N° 21 15 NOVEMBRE 1929

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris, — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences mathématiques.

Un grand géodésien: Adrien Durand[1].

L'Académie des Sciences, en se faisant représenter à la célébration du centenaire de la première ascension du Pelvoux, que glorifie aujourd'hui le Club Alpin Français, a tenu à apporter une consécration spéciale à la grande œuvre scientifique de la Carte de l'Etat-Major, dont le chapitre le plus audacieux a été écrit sur la cime qui s'élève immédiatement au-dessus du carrefour des vallons du Sélé, du Glacier Noir et d'Ailefroide. Mais si, aux yeux du monde savant, et en particulier des géodésiens, les deux séjours que le capitaine Adrien Durand, du corps des Ingénieurs-géographes, effectua en 1828 et en 1830 sur l'un des principaux sommets de l'Oisans, marquent la phase en quelque sorte la plus héroïque de toutes les opérations techniques qui se sont déroulées pour l'exécution du jalonnement de la triangulation fondamentale de la première en date de toutes les descriptions topographiques détaillées et précises d'un grand Etat, ils comportent en plus un puissant enseignement moral. Et si la Compagnie, au nom de laquelle je prends la parole ici, n'a jamais cessé de prodiguer des encouragements et des conseils aux Services et aux hommes qui s'en trouvaient chargés, il me plaît de certifier qu'elle a également voulu, par sa présence à cette cérémonie, exalter, dans le cas particulier de cette véritable épopée, tout un ensemble de magnifiques vertus et de disciplines caractéristiques de l'initiative, de la ténacité, et de l'endurance qu'un savant officier français, aussi modeste que compétent, a synthétisé dans la réalisation de la mission qu'il avait recherchée et qui lui fut dévolue.

Corrélatives, en effet, des résultats techniques obtenus pour le but bien précis et primordial de la définition de repères basant la figuration du territoire, les campagnes d'Adrien Durand dégagent d'exceptionnelles leçons d'ordre philosophique général, qu'a notamment permises l'étude récente de la vie de ce grand géodésien, due aux persévérantes recherches de son historiographe Henri Béraldi. Aussi bien tout d'abord, le fait qu'une œuvre aussi étonnante que celle de Durand n'arrive à peine que maintenant, c'est-à-dire après un siècle, à la connaissance de tous ceux qui s'intéressent aux questions relatives aux formes de la Terre, entraîne, une fois de plus, la constatation qu'il ne suffit pas d'être le grand ouvrier d'un édifice scientifique, mais qu'il est presque toujours indispensable que celui-ci soit évoqué, décrit et mis dans toute sa lumière par une admiration compétente et enthousiaste. En second lieu, sans craindre de marquer une fois de plus dans cette admiration la part prépondérante provoquée par la vision du devoir accompli et de la persévérance des efforts poursuivis sans trêve, sur des voies encore inconnues, dans des régions inhospitalières, il est particulièrement agréable à un disciple, ayant amplement éprouvé les joies immenses d'un travail passionnant associées aux impressions idéales de la haute montagne, de saluer le grand

1. Discours prononcé le 29 septembre 1929 au nom de l'Académie des Sciences à Ailefroide (Hautes-Alpes), à l'inauguration du monument du capitaine ingénieur-géographe Durand le géodésien de la carte de France, qui occupa pour la première fois le mont Pelvoux (3931 m.), il y a cent ans.

ancêtre, véritable alpiniste de la première heure, trouvant sur les plus grandioses théâtres de la nature le moyen de décupler les sensations qu'un demi-siècle plus tard commenceront à venir y glaner, dans une sorte de besoin fiévreux d'exacerbation de l'activité physique et d'incessant surpassement sportif, les adeptes du culte de la lutte contre les difficultés et de la réussite des périlleuses acrobaties plutôt offertes trop souvent en spectacle à des lecteurs ou à des auditeurs timorés et bienveillants que satisfaisant de sincères besoins personnels des pures jouissances de la contemplation de la beauté idéalement poursuivie pour elle-même dans la splendide atmosphère matérielle et morale des grands sommets.

En troisième considération, quel flagrant exemple de la trop fréquente injustice humaine se trouvera ainsi dégagé de l'existence de cet héroïque pionnier apportant, d'une part, à son pays, au prix d'initiatives et d'efforts invraisemblables pour l'époque, des résultats uniques et exceptionnels, et, conduit, d'autre part, à sombrer dans les abîmes de la folie consécutive d'immenses fatigues et aussi d'un profond découragement. Il est vrai que l'Histoire, remettant les mérites à leur échelle réelle dans le recul du passé et ne s'illusionnant pas sur la valeur des jugements officiels contemporains, ne s'étonnera pas que le grand géodésien n'ait pas même reçu la sanction gouvernementale dont le prestige intact rayonnait dans les ténèbres de son cerveau dégagé jusque là d'une telle préoccupation, lui faisant tout à coup prendre tragiquement conscience de l'exceptionnelle valeur de ses « travaux pénibles et merveilleusement exécutés », comme il l'écrira lui-même à l'un de ses chefs, dans son délire, par la comparaison avec ceux de ses contemporains favorisés cependant plus rapidement au cours de leur carrière.

Et puisque, pour ainsi parler, c'est bien à un point culminant, encore plus moral que matériel, qu'était parvenue la géodésie française par l'exploit du capitaine Durand, il ne sera pas hors de propos qu'à cette occasion soient passées en revue les admirables étapes qui ont permis de le gravir et celles qui, dans la suite, en ont reçu un exemple, un encouragement et un éclat qui continuent à l'heure actuelle à porter au plus haut renom la science de notre pays.

Car il ne faut pas craindre de le proclamer très haut : c'est la France, qui, la première, a montré le chemin et qui, d'autre part, a apporté la plus forte contribution depuis deux siècles et demi dans les disciplines des travaux tendant à la connaissance, d'ensemble des dimensions de la Terre et à la définition détaillée d'un grand territoire.

Dans la multiplicité des connaissances nécessaires, — mathématiques, mécaniques et astronomiques, — pour le développement de la géodésie, c'est-à-dire des lois qui régissent l'équilibre et les modifications superficielles ou internes du globe, c'est la France qui, si elle n'a pas toujours su tirer tout le parti des idées et des découvertes de ses savants, a presque toujours, par contre, indiqué les voies et, la plupart du temps, amorcé l'exécution pratique.

Sans remonter à Fernel qui, dans la seconde moitié du XVIe siècle, était arrivé par un procédé judicieux et très simple à établir une valeur remarquablement approchée du rayon terrestre, il faut citer tout d'abord l'œuvre de l'abbé Picard, premier directeur de l'Observatoire de Paris qui effectuait, au milieu du règne de Louis XIV, la première mesure vraiment scientifique d'un arc de méridien, mesure sur laquelle postérieurement ont porté les perfectionnements incessants des géodésiens français et qui fut la première en date de toutes les grandes opérations destinées à connaître les formes de la Terre.

C'est à la suite de ce célèbre travail fondamental que l'Académie Royale des Sciences prit en mains la direction, ou ne négligea jamais le contrôle de toutes les organisations destinées à établir une description géométrique de la France, et, par contre-coup, à fixer les constantes déterminant les formes du globe que l'on savait déjà plus voisines de celles d'un ellipsoïde que de celles d'une sphère. Dès le début du XVIIIe siècle, elle publie dans ses Recueils de Mémoires, d'importantes contributions à cette étude. D'autre part, la mesure effectuée par Cassini pour perfectionner celle de l'abbé Picard, conduit par l'imprécision qu'elle comporte encore, à établir que, contrairement à la théorie newtonienne, la planète est aplatie le long de l'Equateur et non aux Pôles. Un géographe notoire de l'époque, d'Anville, se fait même fort de démontrer qu'il n'en peut être théoriquement autrement. A quoi, cependant, un groupe de physiciens et de mathématiciens répond que ses raisonnements sont faux. La question, prenant une grande importance, non seulement au point de vue physique, mais encore au point de vue astronomique, finit par passionner le monde savant. Celui-ci en appelle au tribunal qu'il juge le plus compétent, c'est-à-dire à l'Académie des Sciences qui organise deux expéditions simultanées, qui iront, l'une à l'Equateur, l'autre en Laponie, mesurer la longueur des degrés terrestres. Si ceux-ci, comme le veut la théorie, représentent une plus grande valeur méridienne dans les latitudes septentrionales qu'à l'Equateur, c'est que la Terre est bien aplatie aux Pôles. Et, en effet, les deux expéditions, celle de Laponie qui comprend comme principaux observateurs Maupertuis et l'abbé Outhier et qui revint la première et celle de l'Amérique du Sud qui, sous la direction de Bouguer et de la Condamine, ne rentre que quelques années postérieurement, rapportent des résultats confirmant l'aplatissement de la Terre aux extrémités de son axe de rotation.

L'écho de ces grands travaux est tel qu'il résonnera encore un siècle et demi plus tard dans la mémoire des savants délégués de toutes les Nations à l'Assemblée géodésique internationale de 1898 pour les décider à confier à la France, sous le contrôle de son Académie des Sciences, la grande mesure de l'Arc de Méridien de l'Equateur qui s'exécute dans les six premières années du XXe siècle.

Mais cette éclatante notoriété universellement reconnue à notre Pays pour les initiatives de ses géo-

désiens, comme pour l'ampleur du développement qu'il donne aux Sciences conduisant à la connaissance des formes exactes du globe, ne se serait pas perpétuée et accentuée sans relâche jusqu'à nos jours, si la poursuite de ces grandes recherches s'était ralentie un instant.

Et, en effet, après les mémorables expéditions datant du règne de Louis XV dont je viens de parler, une initiative d'une envergure encore inconnue vient jeter un lustre nouveau sur la Science française dès la dernière partie de ce même siècle: un autre Cassini propose de lever toute la surface du royaume et, pour en établir les bases, commence par fixer les enchaînements géodésiques dont le principal reprend à peu près le jalonnement de l'abbé Picard et celui de l'ancêtre du début du XVIIIe siècle. La triangulation est achevée avant la Révolution, mais la topographie ne s'en terminera que sous le Premier Empire. Entre temps, l'Académie préside encore en la personne de plusieurs de ses membres les plus éminents à des opérations destinées, d'une part, à fixer la nouvelle base du système des poids et mesures, et, d'autre part, à donner les assises d'une nouvelle description du territoire par une reprise de l'étude de la Méridienne de Paris. Les travaux de Delambre, de Méchain, de Biot et d'Arago illustrent ces magnifiques et persévérantes recherches qui, sous la Révolution et les guerres de l'Empire, ne se font pas sans coûter quelquefois la liberté et sans risquer de coûter la vie des audacieux savants. L'importance attachée à la perfection de cet enchaînement fondamental s'affirmera d'ailleurs par une quatrième mesure de cette Méridienne dans les dernières années de XIXe siècle qu'exécutent les illustres officiers géodésiens Defforges et Bassot, élèves et collaborateurs du Général François Perrier le célèbre auteur principal de la jonction hispano-algérienne de 1879.

Mais Napoléon, dont les besoins cartographiques augmentent sans cesse avec l'extension des territoires parcourus par ses armées, donne une impulsion intense aux études géodésiques et topographiques; les collections de cartes de toute l'Europe s'accumulent dans ses archives et dans son cabinet militaire. Là où elles font défaut, il les crée sans délai et multiplie les moyens de les obtenir: de cet effort gigantesque naît d'abord le développement exceptionnel du Corps des Ingénieurs-Géographes, illustres officiers qui marchent souvent en tête des Corps d'armée et qui signalent quelquefois de leur sang les repères sur lesquels se basent leurs travaux. Pour alimenter ce corps, l'Empereur offre de plus en plus nombreuses les places à la sortie de l'Ecole Polytechnique, sa « poule aux œufs d'or », comme il a coutume de la nommer.

Et c'est ainsi que, comptant dans la promotion de 1808, Adrien Durand y prend rang, sous les ordres ou en suivant l'exemple des grands géodésiens dont, pour ne citer que les plus célèbres, Corabœuf, Nouët, Tranchot, puis, plus tard, Henry, Peytier, Hossard, Puissant, constitueront la pléiade fournissant les modèles aux jeunes officiers subalternes.

Et quand en 1818, la commission de la nouvelle carte de France que Napoléon n'avait pas encore eu le temps malgré son intention formelle, de faire établir, — trop occupé à l'extérieur de ses frontières, — peut enfin, sous les auspices de l'Académie des Sciences et sous la présidence de Laplace, l'un de ses plus illustres membres, en établir la modalité, elle trouve instantanément un contingent exceptionnellement riche et capable d'ingénieurs militaires dont la fin des guerres de l'Empire a suspendu l'activité à l'étranger. Elle les attache à la nouvelle œuvre et c'est ainsi qu'Adrien Durand se trouve chargé de la plus difficile mais aussi de la plus extraordinaire mission pouvant alors incomber à un ingénieur-géographe. De 1825 à 1830, en six campagnes mémorables, au cours desquelles il a occupé une cinquantaine de hauts sommets des Alpes du Dauphiné et de la Provence, il établira avec une précision, encore admirable de nos jours, le réseau fondamental du premier ordre, dit du quadrilatère intermédiaire, Lyon-Belley-Aurant-Le Buis, délimité par les chaînes méridiennes et parallèles qui ceinturent la superficie de la partie alors française des Alpes.

Et c'est au cours de cette magnifique suite de campagnes que ce grand ingénieur-géographe accomplit les deux premières ascensions de la cime rocheuse du Pelvoux qui porte son nom, l'une en 1828 pour en faire la reconnaissance et y établir un grand signal en pierres, l'autre en 1830, pour y effectuer les mesures angulaires.

Alpiniste de premier ordre sans s'en douter, ascensionnant par devoir militaire en même temps que par séduction intuitive, quoique rarement explicitée dans ses notes, — mais certainement subie — de la grandeur et de la beauté du théâtre sur lequel il joue, il exécute en service commandé une « grande première » dans des conditions dont l'audace et les éléments sportifs ne peuvent guère souffrir de terme de comparaison venant de celles qu'un siècle de développement ultérieur de l'alpinisme a permises sous l'apport continu d'expérience théorique et de perfectionnements pratiques.

Et voilà ainsi établie rigoureusement la raison attachant au nom du grand officier géodésien, dont nous célébrons aujourd'hui les magnifiques travaux, la reconnaissance de l'Académie des Sciences, qui, n'ayant jamais cessé de compter dans son sein les représentants des disciplines dont la France, du consentement universel, a été considérée comme le foyer principal de rayonnement dans le Monde, peut revendiquer hautement le capitaine Adrien Durand parmi les gloires scientifiques nationales qu'elle se doit d'honorer et qu'elle a la satisfaction d'avoir, plus ou moins directement, provoquées ou encouragées.

Paul HELBRONNER,
Membre de l'Institut (1).

1. Il s'est glissé un certain nombre de fautes d'impression dans l'article du même auteur paru dans le numéro du 15-30 août dernier. Le lecteur est prié de vouloir bien — notamment en ce qui concerne les chiffres — ne tenir compte de

§ 2. — Sciences naturelles.

Les dernières découvertes d'un très rare mammifère, l'Okapi.

Sous ce nom d'Okapi avait été désigné par les indigènes d'Afrique un curieux mammifère qui fut découvert, en 1900, vers les confins du Congo et de l'Ouganda, et on lui donna le nom d'*Okapia Johnstoni*, en l'honneur de Sir Henry Johnston, gouverneur de l'Ouganda anglais, qui avait chassé l'animal et s'était procuré ses dépouilles.

Le mammifère dont il s'agit présente un mélange de caractères qui le fait ressembler à la fois au zèbre, à l'antilope et à la girafe. Mais en outre, comme le reconnut Sir Johnston, l'okapi se rattache très certainement à un ancien genre de ruminants fossiles qui avait été découvert par M. Albert Gaudry, professeur du Muséum, à Pikermi, près d'Athènes, dans des régions tertiaires, et qui a reçu le nom d'*Helladotherium*.

Ce genre de fossiles, voisin des girafes, a vécu dans l'Europe méridionale et l'Inde. L'espèce type est l'*Helladotherium Duvernoyi*. C'étaient des animaux assez lourds et épais, mais moins hauts que les girafes. Ils ont certainement vécu aussi en Afrique, et même sans doute en groupes nombreux. L'okapi d'aujourd'hui peut certainement être regardé par ses caractères généraux comme une descendance de l'ancien fossile. Mais néanmoins il y a, entre les deux, certaines différences. On en a reconnu notamment dans la conformation du crâne. On a signalé, entre autres, cette différence que l'okapi a des fosses lacrymales et des rudiments de cornes qui sont inconnus chez l'helladotherium [1].

Les premières découvertes faites de l'okapi n'ayant pu amener à de suffisants résultats pour bien connaître tous les caractères de l'intéressant animal, on s'efforça de faire, dans les mêmes régions, de sérieuses recherches nouvelles de ce curieux mammifère, à peine connu encore. Plusieurs expéditions furent organisées pour arriver à la capture de spécimens vivants et à une étude complète des caractères physiques, du genre de vie et du développement de cet être nouvellement connu. Mais plusieurs entreprises ne purent aboutir, dans ces zones africaines, à d'heureux résultats, à cause de l'insalubrité du pays qui est couvert de forêts impénétrables et marécageuses.

Néanmoins, une expédition nouvelle dirigée par M. le Dr Herbert Lang, et organisée par l'*American Museum of Natural History*, de New-York, réussit, en 1918, à étudier l'okapi, là même où est son centre ordinaire de vie. Le Dr Lang put en faire une photographie qui montre très bien l'allure et les traits de ce curieux animal [1].

La taille de l'okapi est celle d'une mule et cette taille, prise au garrot de l'animal, atteignait 1 m. 56. Le cou était très épais et court, et la tête, finement modelée, rappelait celle d'une biche. L'animal a, sur l'ensemble de son corps, une teinte d'un marron brillant et noir-pourpre, et le haut de ses membres porte des bandes blanches. La queue se termine par une touffe de longues soies. L'okapi mâle a de petites cornes recouvertes de peau.

Sur le genre de vie et les mœurs de l'okapi M. le Dr Lang a donné aussi de très intéressantes connaissances. Il se manifeste toujours chez cet animal une extrême prudence qui le protège contre toutes les entreprises que les chasseurs tendent vers lui, et surtout quand ce sont des chasseurs blancs. Aussi ne peut-on pas être surpris que peu d'Européens aient vu ces animaux vivants. L'animal reste calme le jour et se repose, et il ne parcourt la forêt que la nuit en compagnie de sa femelle qui marche toujours en avant, et est prête à observer les moindres bruits. C'est un animal ayant une très grande prudence pour éviter toutes les rencontres mauvaises pour lui et qui s'assure des approvisionnements de nourriture.

D'après les indications fournies sur le Dr Lang, la principale zone où vit l'okapi en Afrique s'étend du confluent du Congo et de l'Oubangui, à l'ouest, jusqu'au voisinage du lac Albert, à l'est. Il abonde surtout dans l'extrême-nord du Congo belge, mais on l'a rencontré aussi en territoire français.

Gustave Regelsperger.

*
**

Salines métropolitaines et salines coloniales.

Nos salines des rivages de l'Atlantique ont produit au cours de l'année 1928 une récolte de sel qui se répartit de la façon suivante entre les différentes régions productrices :

Morbihan	2.400	tonnes
Mesquer	9.800	—
Presqu'île Guérandaise	35.000	—
Baie de Bourgneuf	4.500	—
Noirmoutier	13.000	—
Vendée continentale	9.500	—
Ile de Ré	14.000	—
Ile d'Oléron	3.500	—
La Rochelle	400	—
Seudre	700	—

soit au total 92.800 tonnes, du prix moyen de 150 francs la tonne.

Il est intéressant de faire une comparaison entre cette récolte de sel marin et celle de nos salines coloniales. Depuis un petit nombre d'années nos compatriotes ont créé ou réorganisé, sans que l'at-

ceux-ci qu'après les avoir contrôlés, soit dans les notes parues aux Comptes rendus de l'Académie des Sciences dans le courant de juillet 1928, soit dans le texte du Tome IX de la *Description géométrique détaillée des Alpes françaises* qui vient de paraître à la librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.

1. On peut se référer aux articles suivants écrits par M. Boule dans *La Nature : Un Fossile qui ressuscite* (18 mai 1901, p. 388-389); *L'Okapi* (16 novembre 1901, p. 383-390). — Voir aussi : *La Nature*, 6 juin 1903, p. 14.

1. Cette photographie a été reproduite dans *La Dépêche Coloniale et Maritime* du 27 août 1929, et elle est jointe à un article de M. Forbin : *Le prudent et rarissime Okapi du Congo*.

tention ait été suffisamment attirée sur l'effort accompli, des marais salants dont l'importance ne doit pas rester aussi ignorée qu'elle l'est actuellement.

Dans une région où la pluie est extrêmement faible et l'évaporation intense, à Djibouti, une saline a donné 32.000 tonnes de sel l'an dernier. Il est vrai qu'à Djibouti les températures de 45° à l'ombre, même 48°, sont fréquentes et sont un facteur des plus importants à considérer dans l'extraction du sel. A Madagascar, où des salines sont en voie d'installation, à Diego Suarez, on a déjà obtenu près de 10.000 tonnes de sel. A La Réunion (à Saint-Paul), une saline commence à produire des quantités appréciables de sel et cette industrie locale est des plus intéressantes. En Indochine l'aménagement de salines est projeté, et elles ne tarderont pas à produire. Nous ne parlerons pas des salines nord-africaines, qui ne sont pas, à proprement parler des salines coloniales. Cependant elles sont, en Tunisie, très importantes et celle de Sfax, pour ne citer que celle-ci, a produit 33.000 tonnes l'an dernier.

On sait avec quelle avidité le sel est recherché par les populations habitant l'intérieur des grands continents, les transports lointains à dos d'homme qui sont parfois entrepris pour l'amener dans les régions les plus reculées; la vente du sel, *denrée précieuse*, sera toujours assurée et cette branche de la production coloniale européenne ne peut manquer de prendre un grand développement.

M. R.

§ 3. — Art de l'Ingénieur.

L'emploi des alliages légers dans la construction des lignes électriques.

L'augmentation croissante du prix du cuivre constituerait un obstacle financier à l'électrification générale du territoire, s'il n'était heureusement possible de remplacer le cuivre par l'aluminium ou divers alliages de ce métal pour l'établissement des lignes électriques. On estimait, ces derniers temps, que le prix d'un kilomètre de fil en cuivre de 3 millimètres de diamètre, approchait de 1.100 francs, alors que le prix d'un kilomètre de fil d'aluminium de même conductance ne dépassait pas 600 francs.

Si la conductibilité de l'aluminium est moindre que celle du cuivre (elle n'atteint qu'environ 60 % de celle-ci), son poids spécifique est également beaucoup moindre (2,7 contre 8,89) : on peut donc obtenir, pour une même conductance, des conducteurs beaucoup plus légers, ce qui est particulièrement avantageux pour les conducteurs de grand diamètre. L'inconvénient de l'aluminium est que sa résistance mécanique est assez faible (20 kg. par mm² environ), ce qui ne permet pas de réaliser avec lui de très grandes portées.

Devant cette difficulté, on a conçu des conducteurs mixtes en aluminium avec âme d'acier, celle-ci assurant la résistance mécanique, tandis que les fils d'aluminium constituant la couche périphérique, assurent le transport du courant. De tels câbles ont été utilisés au cours de ces dernières années pour la plupart des lignes de transport à très haute tension.

Mais, d'un autre côté, on a cherché des moyens d'augmenter la résistance mécanique de l'aluminium par l'incorporation d'autres métaux, ce qui a conduit à la création d'alliages spéciaux, conservant sensiblement les qualités de légèreté et de conductibilité de l'aluminium, tout en offrant une résistance mécanique beaucoup plus élevée. Par rapport au cuivre, à conductance égale, de tels câbles peuvent présenter un accroissement de résistance mécanique de 50 % et une diminution de poids de 45 %.

Un certain nombre d'alliages, très intéressants à ce point de vue, ont été mis au point en Allemagne, en Suisse, en Autriche et en France; les métaux d'addition les plus employés sont : le magnésium, le calcium et le lithium qui fournissent des alliages extrêmement sensibles aux traitements thermiques; aussi la fabrication de ces alliages spéciaux doit-elle se faire dans des conditions de température bien déterminées et, la plupart du temps, dans des fours électriques à régulateur de température automatique.

D'une manière générale, les principaux avantages des alliages légers à base d'aluminium, pour l'établissement des lignes électriques, sont :

1° La possibilité de réaliser de grandes portées par suite d'une résistance mécanique élevée et d'un poids relativement faible; les alliages légers permettraient même à ce point de vue un bénéfice d'environ 10 % par rapport à l'emploi des câbles en aluminium-acier;

2° La facilité de pose et de jonction; la pose est, en effet facilitée par la légèreté, et le jonctionnement se fait aussi simplement et économiquement que dans le cas des câbles en cuivre;

3°) La résistance à la corrosion : certains alliages légers ont une résistance à la corrosion supérieure à celle de l'aluminium et due probablement aux transformations moléculaires résultant des traitements thermiques ;

4° La réduction de l'effet « Corona » : on est, en effet, en vue d'éviter l'effet « Corona », souvent amené à utiliser des sections de cuivre plus fortes que celles qui seraient nécessaires; cet inconvénient n'existe pas avec les alliages légers qui, à conductance égale, ont un diamètre beaucoup plus élevé;

5° Enfin, les alliages d'aluminium font preuve d'une grande résistance aux efforts prolongés et d'une résistance suffisante aux courts-circuits et aux arcs.

D'autre part, les vieux câbles d'aluminium peuvent être réutilisés aussi facilement que les vieux câbles en cuivre, tandis que les câbles en aluminium-acier ne peuvent être repris par les métallurgistes qu'à très bas prix.

Il résulte de ces diverses considérations que l'établissement des lignes électriques en alliages légers est sensiblement plus économique que celui des lignes électriques en cuivre, et c'est pourquoi, en Allemagne comme en Suisse, on fait aujourd'hui grand usage de ces alliages. La France est également entrée dans

cette voie et doit s'y trouver particulièrement avantagée, du fait de sa richesse en bauxite et de la place importante qu'elle tient dans l'industrie de l'aluminium. Il est extrêmement intéressant pour notre économie nationale de pouvoir utiliser, pour l'électrification, un métal produit par notre sol, au lieu de rester tributaire de l'étranger pour l'utilisation du cuivre.

L. P.

***

L'industrie du mica.

On désigne sous le nom de mica un certain nombre de minéraux constitués par des silicates doubles d'alumine et de protoxydes alcalins (magnésie, potasse, soude); certains micas contiennent aussi de la lithine et du fluor. Au point de vue de leurs emplois, on distingue les micas blancs, généralement potassiques, et les micas noirs, qui contiennent une base ferromagnésienne et qui sont d'autant plus foncés que leur teneur en fer est plus élevée. A l'état naturel les micas, dont il existe de très nombreuses variétés, se présentent la plupart du temps sous forme de prismes composés de lamelles parallèles; dans certains gisements, on trouve du mica en lames de grandes dimensions. Les micas entrent également dans la composition d'un grand nombre de roches cristallines telles que les granits, gneiss, pegmatites, micaschistes, etc..., et de roches filoniennes; d'autre part, les micas fluorés figurent dans les gangues de certains minerais d'étain.

Les gisements de mica sont répartis dans le monde entier; les principaux se trouvent en Norvège, en France (notamment dans les régions de Tulle et de Saint-Yrieix), au Canada (province de Québec, Ottawa, etc.), aux Etats-Unis (Caroline du Nord), Virginie, Géorgie, etc.), en République Argentine, aux Indes, en Sibérie et en Australie.

Indépendamment de ses gisements métropolitains, la France possède d'intéressants gisements de mica dans diverses colonies et surtout à Madagascar. La production de cette île est en plein développement; on y trouve en particulier de très belles variétés de mica blanc dit « muscovite » en lames de grandes dimensions et exemptes de taches, qui sont exploitées notamment dans la région de Fort-Dauphin; on y trouve également, dans la région du mont Bity, la variété dite lepidolithe, légèrement teintée.

Les procédés d'exploitation sont variables avec les gisements mais, une fois extraits, les blocs de mica sont séparés en feuilles par simple clivage à la main ou à la machine, cette opération étant poursuivie jusqu'à ce qu'on ait atteint l'épaisseur désirée; pour certains emplois, on prépare ainsi des feuilles de mica extrêmement minces.

Le mica est caractérisé par d'intéressantes propriétés : transparence, résistance aux températures élevées, grand pouvoir isolant au point de vue électrique, flexibilité, stabilité chimique etc., grâce auxquelles ses applications industrielles sont chaque jour plus importantes.

Autrefois, le mica n'était guère employé que pour certains travaux de vitrerie, pour la fabrication des appareils fumivores de lampes et dans la construction des poêles à feu visible. Aujourd'hui on utilise sa transparence ou sa résistance à la chaleur ou ses deux qualités simultanément, dans la carrosserie automobile, dans l'aviation, dans la fabrication d'appareils de chauffage, pour l'établissement des regards de contrôle des fours industriels, etc..., mais ses principales applications sont celles qui découlent de son grand pouvoir isolant; en plaques ou en lamelles de faibles dimensions agglomérées sur des feuilles de papier, il permet de réaliser de fortes capacités électrostatiques sous des épaisseurs notablement moindres que celles que nécessiterait l'emploi de l'air seul comme isolant; aussi est-il très utilisé pour la fabrication des condensateurs; il entre également dans la construction de nombreuses machines électriques, dynamos, moteurs, etc...

Une autre industrie qui fait aujourd'hui un large emploi du mica est celle des peintures et papiers peints; on utilise alors du mica réduit en poudre qui, incorporé dans la peinture, lui communique diverses propriétés intéressantes soit au point de vue purement décoratif soit au point de vue chimique.

L. P.

***

Cuisinières électriques avec minuteries de contact.

Non loin de la ville de Francfort-sur-le-Mein, où les anciens romains avaient leur colonie, il y a plus de 2.000 ans, s'élève aujourd'hui une colonie des plus modernes de 1.200 appartements, à trois ou quatre pièces pour la plupart. Dans les lieux où autrefois flambaient les feux de bivouac des conquérants, qui y chauffaient leurs gamelles, c'est maintenant l'électricité, qui se prête à ce travail. Actuellement, on peut y voir fonctionner 1.200 cuisinières électriques et accumulateurs d'eau chaude, car on peut s'assurer maintenant du bon fonctionnement de ces appareils et de leur économie. Conjointement avec les cuisines électriques, doivent fonctionner les minuteries de contact, appareils électriques de commutation, actionnés par un mouvement d'horlogerie, ouvrant et fermant le circuit de chauffe à certaines heures voulues et réglées d'avance. Cette minuterie de contact permet à la ménagère de vaquer tranquillement à ses occupations sans se préoccuper de sa cuisine. De plus, la dite minuterie réduit la consommation au strict nécessaire, évitant tout gaspillage de courant électrique, on obtient ainsi une économie considérable, la durée de la cuisson étant réglée d'avance.

L.

REMARQUES SUR LES CALCULS NUMÉRIQUES

I. Depuis quarante ans je m'occupe d'une manière spéciale de la science et de l'art des calculs numériques et, sur ce sujet, j'ai exposé plusieurs idées nouvelles, dans des ouvrages ou des mémoires. Dernièrement j'ai eu l'occasion d'en approfondir quelque point et d'en tirer d'utiles conclusions. Puisque toutes les recherches, même les plus profondes, des sciences d'observations et de mesure, se réduisent et se concrètent en des calculs très simples et se formulent par des chiffres, une revue savante telle que la *Revue Générale*, ne pourrait dédaigner des considérations et des conseils pratiques se rapportant aux calculs numériques.

Et, d'abord, on a dit souvent que l'invention des machines à calculer aurait réduit à peu de chose l'avantage des calculs par logarithmes; mais je ne puis partager cet avis. Avant tout, pour pouvoir remplacer les tables de logarithmes, une machine à calculer devrait avoir des dimensions considérables, ce qui en augmenterait énormément le prix. Tous les calculateurs peuvent acheter des Tables de logarithmes ou d'autres Tables numériques répondant à toutes les exigences, par exemple, les Tables des logarithmes d'addition et de soustraction, les Tables de multiplication, les Tables des valeurs naturelles des fonctions trigonométriques, etc.; mais l'achat d'une grande machine à calculer n'est réservé qu'aux bureaux de calculs, aux grandes administrations, etc.

Même en possédant une bonne machine à calculer, on est exposé à des erreurs très graves, lorsqu'il s'agit de mélanger des nombres de deux ou trois chiffres avec des nombres très grands. On se trompe souvent dans l'ordre des décimales, ce qui est presque impossible dans les calculs par logarithmes. Ces derniers ne donnent pas un grand nombre de chiffres; on va jusqu'à 7, 8, à 10 tout au plus; mais on a beaucoup moins d'encombrement (sur des produits de deux nombres à 6 ou 7 chiffres) et l'on obtient toujours des résultats avec un nombre de chiffres exacts, en rapport avec l'étendue des tables employées.

Quant à se servir des machines pour exécuter les opérations ABRÉGÉES, pour s'en tenir ainsi à un nombre limité de chiffres, je pense qu'on s'exposerait à d'autres erreurs.

Les machines sont fort utiles lorsqu'on doit faire un grand nombre d'opérations arithmétiques semblables, avec des nombres ayant, à peu près, le même nombre de chiffres; mais dans les autres cas, je ne trouve pas qu'elles soient préférables aux logarithmes.

D'autre part, il me semble qu'on a trop exagéré la commodité, le repos de l'esprit, etc., qui proviennent de l'emploi des machines. Les calculateurs exercés font presque machinalement leurs calculs, parfois ils s'occupent mentalement d'autres choses, par exemple, de questions théoriques. L'attention qu'exigent de longs calculs par logarithmes n'est pas beaucoup plus grande, que celle qu'exige l'emploi des machines. Au bout de trois heures, on est à peu près également fatigué; avec cette différence, que le bruit des machines dérange les autres, ce que ne font pas les tables de logarithmes et finit par étourdir le calculateur lui-même.

Comparaison entre les Tables donnant les valeurs naturelles et les Tables de logarithmes.

II. J'appelle *valeurs naturelles* des nombres qui ne sont pas des logarithmes, par exemple la suite des racines carrées des nombres naturels, les fonctions trigonométriques, hyperboliques, etc.

Evidemment la comparaison dont nous allons nous occuper ne porte pas sur des valeurs exactes, avec un nombre fini de chiffres, telles que le sinus de 30° ou la tangente de 45°. Quand on possède ces valeurs exactes, en les combinant, par des opérations arithmétiques, avec d'autres nombres également exacts, on obtiendra des valeurs exactes elles aussi. Dans ce cas, il n'est pas question d'une comparaison avec les calculs logarithmiques, qui sont toujours approchés.

Toutefois, si l'on veut jouir des avantages qu'offrent les logarithmes, on doit se borner au nombre de chiffres strictement nécessaire sur le résultat et par conséquent, se servir de tables logarithmiques permettant d'atteindre cette précision. Nous verrons plus loin l'erreur qu'on doit craindre sur le résultat de la combinaison de 4, 10, 100 logarithmes. Ici nous nous bornerons à dire que, si les opérations à faire ne prennent qu'une dizaine de lignes, on peut craindre sur la dernière décimale du logarithme du résultat, une erreur de une ou deux unités de la dernière décimale. Quant à l'erreur sur le nombre, sans distinguer les entiers des décimales, on peut craindre deux unités d'erreur sur son dernier chiffre. Ce que nous venons de dire se rapporte à des erreurs moyennes. Les cas exceptionnels peuvent donner plus de précision ou plus d'inexactitude, selon les cas.

Cela posé, nous envisagerons le cas de *nombres déduits d'une table de valeurs naturelles*[1], qui

1. Dans le sens expliqué ci-dessus.

soient simplement *approchés*, et de l'autre côté des *logarithmes déduits* d'une table, eux aussi *approchés*. On pourrait prendre en considération les erreurs provenant de l'interpolation, tant pour les valeurs naturelles que pour les valeurs logarithmiques; mais, comme cette erreur est du même ordre de grandeur dans les deux cas, nous ne nous y arrêterons pas dans cette comparaison.

Pour fixer les idées, et aussi pour nous borner à indiquer la marche à suivre dans toutes les applications, nous admettrons qu'il s'agisse de *nombres* de 5 chiffres, d'un côté, et de logarithmes à 5 décimales de l'autre. En outre, nous supposons les nombres compris entre 1 et 10, de sorte qu'ils n'auront que 4 décimales. Puisque les nombres et les logarithmes ne sont qu'approchés, nous devons admettre une erreur sur leur dernier chiffre. Dans la théorie, des *approximations numériques* on admet toujours l'erreur maxima, 0,5; mais pour des raisons que nous développerons plus loin, nous admettrons seulement 0,25 comme erreur à craindre; de sorte que en appelant e cette erreur pour les nombres et e_1, la même erreur pour les logarithmes, nous aurons

$$e = \pm\, 0{,}000025, \quad e_1 = +\, 0{,}0000025.$$

Remarquons en passant que les nombres et les logarithmes sont calculés par des séries d'un grand nombre de termes, qui vont en diminuant, et que, lorsque le chiffre que l'on néglige est un 5 bien garanti, *on doit forcer* le dernier chiffre que l'on donne dans la table.

III. Une remarque qui n'est pas sans importance et qui établit une différence entre les Tables numériques et celles des logarithmes *des nombres* (pas des fonctions trigonométriques), est la suivante :

L'erreur relative que produit sur le nombre une variation $e = \pm 0{,}25$ *sur le logarithme, est constante dans toute l'étendue des tables. Pour les tables des nombres, au contraire, la variation relative que produit sur le nombre une erreur* $e = 0{,}25$ *varie d'un bout à l'autre des tables.*

Supposons que l'on ait une table des valeurs naturelles de la tangente des arcs de 45° à 84°20'. Les valeurs naturelles varient de 1,00... à 10.000. Or, la variation sur la dernière décimale est toujours égale à 0,25. Donc, la variation (ou l'erreur) relative sur le nombre diminue de 10 à 1. On va de 0,000025 à 0,0000025.

Quant aux logarithmes de la suite naturelle des nombres, au commencement des tables à 5 décimales, une différence de 0,25 sur le logarithme donne lieu à une différence de 0,57593... sur le nombre.

J'ai dit que nous supposons que l'on se serve de tables à 5 décimales; mais pour donner dans cet article des résultats plus exacts, j'emploie des tables à 8, 10, jusqu'à 20 décimales suivant les cas. Par exemple les tables à 5 décimales donnent 43 comme différence entre les logarithmes de 1,000 et 1,001; mais cette différence n'est qu'approchée, elle subit l'effet de ce que l'on s'est arrêté à 5 chiffres en négligeant ceux qui suivent. Les tables à 8 décimales, donnent une différence de 43408 entre les logarithmes des nombres 1,00000 et 1,00100. Et alors une erreur de 250 sur le logarithme produit une erreur de 0,57593... de la 5e décimale sur le nombre. L'erreur relative sur le nombre est donc

$$\frac{0{,}57593}{100000} = \frac{1}{173636}.$$

Si l'on passe à la partie des tables où la différence entre deux logarithmes consécutifs est égale à 20 (de la 5e décimale) on trouve une variation de 1,25 de la 5e sur le nombre, ce qui donne encore une erreur relative de

$$\frac{1{,}25}{2{,}17040} = \frac{1}{173636},$$

toujours en s'aidant des tables à 8 décimales.

Pour une différence tabulaire égale à 10 de la 5e décimale (10.000 à 8 décimales) on trouve 0,000025 sur le nombre et le rapport

$$\frac{0{,}000025}{4{,}34079} = \frac{1}{173636}.$$

Quand on arrive à la fin des tables on retombe sur une différence égale à 4340,8 sur les logarithmes; le nombre est devenu 10 fois plus grand et la variation relative est toujours égale à

$$\frac{1}{173636} \cdots.$$

Pour les tables des nombres, au contraire, la variation relative, correspondant à une erreur de 0,000025, va de

$$\frac{1}{40000} \text{ à } \frac{1}{400000}.$$

Avec des logarithmes à 20 décimales, on rectifie de la manière suivante les nombres donnés ci-dessus :

Différence tabulaire	*Variation sur le nombre*
0,00000043429426475616.....	0,575646561...

erreur relative constante

$$\frac{1}{173717{,}706\ldots}.$$

Il est facile de démontrer théoriquement cette constance de l'erreur relative sur le nombre cor-

respondant à une erreur de 0,25 de la 5e sur le logarithme.

Soit A un nombre, a son logarithme décimal, e_1 l'erreur à craindre sur la 5e décimale de ce logarithme, on a

$$A = 10^a, \quad 10^{a+e_1} - 10^a = 10^a(10^{e_1} - 1).$$

Le rapport de cette variation sur le nombre au nombre lui-même est alors

$$\frac{10^a(10^{e_1} - 1)}{A} = 10^{e_1} - 1 = \text{constante}.$$

Or, pour e_1=0,25 de la 5e décimale,

$$10^{e_1} - 1 = \frac{1}{173717,7\cdots}$$

Application à la multiplication et à la division.

IV. Passons maintenant à comparer entre eux les résultats que donnent les tables numériques et les tables logarithmiques, lorsqu'on s'en sert pour les opérations fondamentales de l'arithmétique.

Il ne peut être question de l'*addition* et de la *soustraction*, opérations dans lesquelles l'emploi des logarithmes ne serait pas possible.

Commençons donc par la *multiplication*. Soient a et b deux nombres de 5 chiffres, ayant un seul chiffre dans la partie entière. Admettons que l'on puisse tirer les valeurs de a et de b d'une table numérique s'arrêtant à la 4e décimale, ou bien d'une table de logarithmes donnant la 5e décimale. Ceci est nécessaire si l'on veut avoir d'un côté et de l'autre, des *nombres* comparables, ayant le même nombre de chiffres, puisque avec 5 décimales, les logarithmes donnent assez souvent le 5e chiffre exact.

L'erreur e=±0,000025 que nous appellerons *probable*[1] doit être supposée égale sur a et sur b, quoique les erreurs *effectives* soient différentes en valeur et en signe pour ces deux nombres. De même, l'erreur *probable* e_1=±0,0000025 sur les logarithmes à 5 décimales de a et de b est aussi égale pour ces deux logarithmes. Pour l'erreur effective, c'est une autre chose.

Cela posé, pour comparer la précision du calcul numérique, du produit ab effectué par la multiplication ordinaire, avec la précision du nombre ab auquel on remonte par l'addition *log.* a + *log.* b, nous devons rappeler quelques règles du *Calcul des probabilités* et de la *Théorie des erreurs*.

Soit $f(x,y,\ldots)$ une fonction *linéaire* des variables $x,y,\ldots$; dont les erreurs (*moyennes* ou *probables*) sont respectivement e_1 e_2 $e_3\ldots$ L'erreur correspondante E, sur la valeur de la fonction $f(x,y,\ldots)$ quand on y introduit les valeurs x, $y,\ldots$ des variables, est donnée par la formule

$$(1) \qquad E = \sqrt{e_1^2 + e_2^2 + \cdots}$$

Si la fonction n'est pas linéaire mais peut être ramenée à cette forme, l'erreur moyenne ou probable sur la fonction est donnée par

$$(2) \qquad E = \sqrt{\left(\frac{\delta f}{\delta x} e_1\right)^2 + \left(\frac{\delta f}{\delta y} e_2\right)^2 + \cdots}$$

Dans le cas d'un produit ab la fonction n'est pas linéaire, on doit donc employer la formule (2). On obtient ainsi

$$E_2 = (ae_2)^2 + (be_1)^2.$$

Mais comme nous avons supposé e_1=e_2, l'expression définitive est

$$E = (\sqrt{a^2 + b^2})e.$$

On peut arriver à cette expression sans dériver ab, en faisant le produit

$$(a + e)(b + e)$$

et en négligeant e^2.

Voilà pour le calcul numérique. Quant au calcul par logarithmes, on a

$$\log(ab) = \log a + \log b$$

la fonction, *erreur* ε *sur le logarithme* de ab, est linéaire, donc

$$\varepsilon = \sqrt{e_1^2 + e_1^2} = \sqrt{2} \times e_1\ ^1.$$

Ce serait une erreur de dériver logarithmiquement, car ici la fonction ne varie pas logarithmiquement. Les erreurs $e_1e_2e_3\ldots$ des différents facteurs d'un produit $abc\ldots$ s'additionnent algébriquement.

Faisons une petite remarque. En admettant e_1=e_2=0,0000025, nous aurons 4 cas possibles, suivant les signes *effectifs* des erreurs sur a et sur b. Puisque en faisant la multiplication par logarithmes on additionne *log.* a + *log.* b, il y a *deux* probabilités contre *quatre* que les deux erreurs aient un signe contraire. Si les erreurs effectives étaient égales ou presque égales, le *log.* (ab) serait d'une exactitude supérieure à celle de chacun des logarithmes, de a et de b.

Au contraire, dans le cas des *nombres* on fait les carrés de a et de b, et alors, pas de compensation.

Cherchons dans quel cas il arrive que le calcul par nombre donne la même précision que celui

1. On trouvera plus loin la vraie erreur probable d'après les règles de la *Théorie des Probabilités*.

1. La formule de la théorie des erreurs est $\varepsilon = \sqrt{n}\, e_1$.

par logarithmes. Nous écrirons

$$E = E_1,$$

c'est-à-dire

$$e\sqrt{a^2+b^2} = 10^{\log ab + \varepsilon} - 10^{\log ab} = 10^{\log ab + \sqrt{2}e_1} - 10^{\log ab},$$

ou encore

$$(\sqrt{a^2+b^2})e = 10^{\log ab}\left(10^{\sqrt{2}e_1} - 1\right)$$

Prenons les logarithmes des deux membres, nous aurons

$$\log\sqrt{a^2+b^2} + \log a = \log(ab) + \log\left(10^{\sqrt{2}e_1} - 1\right),$$

ou

$$(3) \quad \log\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab} = \log\left(10^{\sqrt{2}e_1} - 1\right) - \log e.$$

V. Cette expression est générale. Revenons au cas de

$$e = \pm 0{,}000025, \quad e_1 = \pm 0{,}0000025.$$

La valeur numérique de

$$10^{\sqrt{2}e_1} - 1 \text{ est } 0{,}00000816$$

et

$$\log 0{,}00000816 = 4{,}91169016.$$

D'un autre côté

$$\log e = \log 0{,}000025 = 5{,}39794001.$$

En définitive, $E = E_1$ lorsque

$$\log\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab} = 9{,}51375015.$$

$$\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab} = 0{,}32640000.$$

Voici donc le résultat

Pour	*on a*
$\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab} < 0{,}3264$	$E < E_1$
» $= 0{,}3264$	$E = E_1$
» $> 0{,}3264$	$E > E_1$

On voit que, dans les conditions où nous nous sommes placés, le nombre des cas où le calcul *par logarithmes est plus exact est de beaucoup plus grand que celui des cas favorables au calcul numérique.*

Exemples :

1° soit à multiplier 3,425 par 7,4078. Pour vérifier la règle que nous venons d'écrire, nous allons voir quelle différence produit sur le produit (nombre) une erreur probable $e_1 = \pm 0{,}0000025$ sur les logarithmes des deux nombres a et b. Comme il s'agit de *deux* nombres nous ne pouvons savoir si leurs erreurs effectives ont le même signe, etc. Nous ne pouvons que prévoir, d'après la théorie des probabilités, quelle est l'erreur E_1 à craindre soit le produit ab calculé par logarithmes affectés de petites erreurs de l'ordre indiqué ci-dessus.

Les logarithmes à 8 décimales donnent :

$$\log(ab) = 1{,}40434983, \quad ab = 25{,}3717154.$$

Le dernier chiffre du nombre ab n'a qu'une valeur purement numérique, on ne peut le garantir.

Calculons

$$E_1 = 10^{\log ab}\left(10^{\sqrt{2}e_1} - 1\right).$$

Les logarithmes donnent :

$$\log E_1 = \log ab + \log\left(10^{\sqrt{2}e_1} - 1\right) = 6{,}31603999,$$
$$E_1 = \pm 0{,}00020703.$$

Calculons maintenant l'erreur E à craindre sur le résultat numérique du produit des deux nombres donnés, affectés de petites erreurs comme

$$e = \pm 0{,}000025.$$

On a

$$E = \sqrt{a^2+b^2} \times e = \pm 0{,}00020403.$$

Ici $E < E_1$ mais la différence est minime. La règle est vérifiée puisque

$$\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab} = 0.32167 < 0{,}3264.$$

2° $1{,}256 \times 8{,}029$

On trouve

$$E = \pm 0{,}00020357, \quad E_1 = \pm 0{,}000088869.$$

Donc

$$E > E_1, \quad \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab} = 0{,}74769 > 0{,}32640.$$

VI. *Division.* — La fonction est $\frac{a}{b}$.

Avec les notations précédentes, en dérivant cette fonction par rapport aux deux variables, a et b, on trouve

$$E = \left(\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{b^2}\right)e.$$

D'un autre côté, l'effet des erreurs probables, e_1, sur la fraction $\frac{a}{b}$ se traduit toujours par $\sqrt{2}e_1$. Pour que l'on ait $E = E_1$ on doit avoir

$$\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{b^2}e = 10^{\log a - \log b}\left(10^{\sqrt{2}e_1} - 1\right).$$

Prenons les logarithmes des deux membres; nous aurons

$$\log\sqrt{a^2+b^2} - 2\log b + \log e = \log a - \log b + \log(\cdots\cdots),$$

ou

$$\log\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab} = \log\left(10^{\sqrt{2}e_1} - 1\right) - \log e.$$

En passant aux nombres

$$\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab} = 0{,}32640.$$

La formule est la même que pour la multiplication.
Donc

Pour		*on a*
$\frac{\sqrt{a^2+b^2}}{ab}$	$> 0{,}3264$	$E < E_1$
»	$= 0{,}3264$	$E = E_1$
»	$> 0{,}3264$	$E > E_1$.

En définitive, dans la plupart des cas c'est le calcul logarithmique qui donne une approximation plus grande.

Puissances et racines.

VII. Pour les puissances, la fonction est a^n. Il n'y a qu'une variable, par conséquent on écrit immédiatement

$$E = na^{n-1} \times e.$$

Quant aux logarithmes, puisqu'il ne s'agit que *d'un seul nombre*, dont le logarithme est affecté d'une erreur e_1, l'élévation à la puissance n ne peut atténuer (comme dans le cas de la multiplication) l'effet de e_1. Cette erreur reste multipliée par n sur le logarithme de a^n.

L'erreur du calcul numérique, E, est égale à celle du calcul par logarithmes lorsque l'on a

$$na \cdot e^{n-1} = 10^{n \log a + ne_1} - 10^{n \log a} = 10^{n \log a}\left(10^{ne_1} - 1\right),$$

ou

$$\log(na) + (n-1)\log e = n \log a + \log\left(10^{ne_1} - 1\right),$$

et enfin

$$\log a = \log(ne) - \log\left(10^{ne_1} - 1\right).$$

Pour $n=5$, on trouve $a=4{,}34.33,\ldots$
Pour le carré de a ($n=2$) on trouve

$$a=4{,}342921\ldots$$

Donc lorsqu'il s'agit d'un carré

Pour		*on a*
$a <$	$4{,}3429\cdots$	$E > E_1$
$a =$	»	$E = E_1$
$a <$	»	$E < E_1$

Comme nous avons supposé $1 < a < 10$, il résulte que *le calcul par nombre est plus exact que celui par logarithmes dans un plus grand nombre de cas.*

Exemples :

NOMBRES	ERREURS		
a	E	E_1	
1.....	0,0000500	0,0000115	La règle est complètement vérifiée.
3.....	0,0001500	0,0001141	
4.....	0,0002000	0,0001811	
6.....	0,0003000	0,0004166	
7.....	0,0003500	0,0005714	

VIII. *Racines.* — La fonction est

$$\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}.$$

On a

$$E = \frac{e}{n} a^{\frac{1}{n}} - 1. \qquad E = 10^{\frac{\log a}{n} + \frac{e1}{n}} - 10^{\frac{\log a}{n}}$$

L'erreur est égale dans les deux cas, lorsque

$$\frac{e}{n} a^{\frac{1}{n}} - 1 = 10^{\frac{\log a}{n}}\left(10^{\frac{e1}{n}} - 1\right).$$

Pour la racine carrée, $n=2$, on a

$$10^{\frac{e_1}{2}} - 1 = 0{,}00000288.$$

On arrive à

$$a = \frac{8{,}7106}{2} = 4{,}3553.$$

Le résultat est que

Pour		*on a*
$a <$	$4{,}3553$	$E > E_1$
$a =$	»	$E = E_1$
$a >$	»	$E < E_1$.

Donc aussi pour les racines, *c'est le calcul par nombre qui donne le plus d'exactitude dans un plus grand nombre de cas.*

Les approximations numériques et la théorie des probabilités.

IX. Nous devons maintenant expliquer pourquoi dans les recherches qui précèdent nous avons pris en considération les *erreurs probables* qui restaient sur les nombres et sur les logarithmes.

Plusieurs savants, même parmi les plus distingués, tels que Gauss et Cauchy, se sont occupés des approximations numériques. Ils ont établi les bases de cette théorie et d'autres ont publié même des ouvrages sur ce genre de recherches.

Si l'on se place au point de vue de ces savants, on ne peut qu'admirer la profondité et le soin extrême de la précision qu'ils ont montrés dans leurs recherches. Leur but était de *garantir* tel degré de précision, tel nombre de chiffres, etc. Or, ceci peut être nécessaire dans les calculs qui se font très rarement, dans lesquels on doit *à tout prix* garantir les chiffres que l'on donne, par exemple, lorsqu'on compose des tables numériques auxquelles les calculateurs vont puiser en toute sécurité (sauf les fautes d'impression). Mais il s'agit là de cas très spéciaux, très singuliers, aussi pourrait-on dire que l'on a tort d'introduire dans l'enseignement élémentaire une foule de principes se rapportant au degré d'approximation que l'on veut atteindre. La complication des règles que l'on donne à ce sujet rappelle la théorie des

opérations dites ABRÉGÉES, auxquelles les élèves s'excusent de n'avoir pas eu recours *parce qu'ils n'en ont pas eu le temps!*

A quoi bon proposer d'extraire la racine carrée d'un nombre à moins de $\frac{1}{7}$ de l'unité, lorsque avec quelques zéros de plus on peut garantir le dixième, le centième, etc.?

Sauf le respect que l'on doit à des savants aussi distingués, il me semble que l'on puisse dire que ces recherches sont plutôt un objet de curiosité que d'utilité, et, en voici quelques preuves :

Pour pouvoir *garantir* tel chiffre dans un résultat numérique que l'on donne, on est obligé d'envisager toujours *la plus défavorable des hypothèses*, pour se mettre ainsi à l'abri de toute erreur possible et imaginable. Or, dans cela on perd le sens de la réalité des choses, de ce qui arrive dans la très grande majorité des cas, et alors on se met en contradiction avec ce grand principe de la vie humaine, que l'on doit raisonner *ex communiter contingentibus*. Notre vie tout entière, les affaires même très délicates n'exigent pas la *certitude absolue*, qui souvent ne serait pas à notre portée. En laissant la certitude absolue à ceux qui composent des tables de valeurs numériques garanties, les hommes de science, ceux qui observent, mesurent et calculent, s'en tiennent à la probabilité. Sans doute, on prend tous les moyens pour éviter toute erreur, autant que possible, mais quand on est arrivé à un résultat, par exemple, à la valeur 8",836 pour la parallaxe solaire, on a soin d'indiquer l'erreur *probable* $\pm$ 0",004 de cette valeur.

Et qu'on ne dise pas que ce serait absurde de s'en tenir à la probabilité quand on peut atteindre la certitude, car, outre la *certitude mathématique*, il y a la *certitude morale*, celle qui repose sur le bon sens. Si, pour atteindre la certitude ABSOLUE on devait envisager des cas qui ont une probabilité de 0,0000000001', le bon sens s'insurgerait contre la vanité, la futilité de pareilles recherches.

Citons un exemple. Puisque pour tous les logarithmes d'une table qui n'ont pas seulement des zéros comme *mantisse*) le dernier chiffre est seulement approché et l'erreur maxima dans ce cas atteint $\pm$ 0,5, on en déduit qu'en faisant l'addition de 10 logarithmes à 5 décimales choisis au hasard, on pourrait avoir sur le dernier chiffre une erreur de $10(\pm 0{,}5) = \pm 5{,}0$. Dans la théorie des approximations on a égard à cette possibilité; mais la théorie des probabilités nous donne l'expression suivante pour la *probabilité* d'une coïncidence si extraordinaire de l'erreur *maxima* sur tous les 10 logarithmes :

$$1 : \frac{100.99.98\ldots91}{10!} = 1 : 184\,235\,948\,260.$$

Le lecteur est maintenant bien renseigné; il sait de quels cas infiniment peu probables on s'occupe et se préoccupe dans la théorie des approximations numériques que l'on apprend aux élèves avec un soin minutieux. C'est presque fausser l'esprit scientifique des élèves que de les habituer à des abstractions pareilles. Au contraire, si dans le cas de 10 logarithmes à additionner, sur chacun desquels il est à craindre une erreur probable de $\pm$ 0,25 de la dernière décimale, on employait la formule $\sqrt{n} \times e$ que nous donne la théorie des probabilités, on trouverait $\pm$ 0,79 comme erreur probable sur la somme des 10 logarithmes.

Et quand on parle de *garantir* tel chiffre, on devrait savoir que pour les praticiens, le chiffre *garanti* est celui qui donne *la moindre erreur*. Pour nous, la valeur du rapport de la circonférence au diamètre, à 4 décimales est 3.1416 et non 3.1415.

L'expression *chiffre garanti* conduirait parfois à un non-sens. Si, par exemple, l'addition de 10 logarithmes donnait comme mantisse du logarithme somme 0,49999, en admettant $+1$ comme erreur à craindre sur le dernier chiffre, *on ne pourrait garantir* ni la 4e ni la 3e décimale, et pas même la première, qui pourrait être 4 ou 5 selon que l'erreur est égale à -1 ou à $+1$. Et cependant la mantisse 0,49999 différerait si peu de la vérité! Quand on arrondit, le chiffre garanti est toujours 0,5.

Pour l'erreur *moyenne* à craindre sur le dernier chiffre d'un nombre pris dans une table *sans interpolation*, la théorie nous donne l'expression

$$\sqrt{\frac{\int_{-\frac{1}{2}}^{+\frac{1}{2}} x^2 dx}{\int_{-\frac{1}{2}}^{+\frac{1}{2}} dx}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}} = \pm\, 0{,}2887.$$

L'erreur probable ne serait pas même $+0{,}20$; mais comme le calcul des probabilités dans cette question donne une idée trop avantageuse du résultat, nous avons adopté (dans ce qui précède) $e \pm 0{,}25$ comme *erreur à craindre*.

Jean Boccardi.

LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DES CRISTAUX

MÉTAUX EXCEPTÉS

On sait, depuis longtemps déjà, que certains cristaux de sels ou d'oxydes métalliques sont conducteurs de l'électricité dès la température ordinaire. Les travaux effectués en vue de connaître la nature de cette conductibilité sont très nombreux. Une simple revue bibliographique des résultats expérimentaux ainsi accumulés montre que les indications données par les différents observateurs sont souvent incohérentes, sinon contradictoires.

L'étude de la conductibilité électrique des cristaux présente des difficultés particulières dues à des troubles divers qui se produisent lorsque le cristal soumis à l'expérience subit une décomposition électrolytique. Le principal de ces troubles, et aussi le plus fréquent, est causé par la façon spéciale dont se séparent les produits de l'électrolyse. Ainsi, le métal ne se dépose pas, en général, à la cathode en une couche régulière et compacte mais en des points privilégiés de cette électrode, d'où il pénètre dans l'électrolyte sous forme de fils excessivement ténus, parfois très ramifiés. Ces arborescences s'étendent très rapidement vers l'anode, aussi se produit-il une augmentation considérable de la conductibilité. Finalement, les électrodes sont mises en court-circuit par un pont métallique. L'établissement de ce pont étant pratiquement instantané, ce phénomène dû à une électrolyse conduit à conclure à une conductibilité métallique.

Tubandt et Lorenz (1) (1914) ont remarqué qu'il ne se forme point de « dentrites métalliques » dans le cas de l'*iodure d'argent cubique*; le dépôt d'argent obtenu à la cathode est alors cohérent et régulier. De plus, en interposant entre la cathode et le sel solide à étudier une paroi d'iodure d'argent cubique, on évite la mise en court-circuit des électrodes même si le sel a grande tendance à former des dentrites.

De nombreux sels et oxydes ont déjà été étudiés par cette méthode avec précision. L'expérience a montré que les conclusions antérieures relatives à la conductibilité des cristaux sont généralement erronées. La question est donc d'actualité.

Je voudrais essayer de dégager les points qui m'ont semblé les plus importants. Ce travail résume les faits principaux observés dans les dernières années, puis il expose, très sommairement, les idées généralement admises pour expliquer ces faits.

I. — Nature de la conductibilité.

L'expérience a montré que la conductibilité électrique des cristaux peut être *purement électrolytique, purement métallique ou mixte.*

Conductibilité purement électrolytique.

Cas de l'iodure d'argent. On sait que ce sel est dimorphe. Au-dessous de 144°6, la forme stable est *hexagonale* (forme β); au-dessus de cette température, c'est la forme *cubique* (forme α). L'iodure hexagonal est pratiquement isolant à la température ordinaire; l'iodure cubique est, au contraire, très bon conducteur.

AgI cubique. Le mode opératoire est le suivant: le sel est fondu dans un tube à essai entre une cathode et une anode d'argent; il emprisonne les électrodes en se solidifiant. La distance des électrodes est fixée d'après la quantité d'argent à déposer; par ex., cette distance est de 1 cm. pour un dépôt de 1 g. On détermine la quantité d'argent déposée à la cathode par dissolution dans l'acide nitrique suivie de titrage. Les nombres suivants, qui se rapportent à deux expériences de Tubandt (2), donnent une idée de la précision obtenue :

Température	Intensité du courant	Argent déposé dans le coulomètre	Perte de poids de l'anode	Gain de la cathode
150°	0 a,04	0 g,4771	0 g,4776	0 g,4772
156°	0,1	0,8214	0,8183	0,8202

On voit que l'iodure d'argent cubique subit une décomposition électrolytique qui *suit la loi de Faraday avec une grande précision aussi bien à l'anode qu'à la cathode.* Les écarts entre les nombres expérimentaux et les valeurs théoriques n'atteignent jamais que quelques centièmes pour 100.

L'expérience conduit à des résultats analogues si l'on utilise, au lieu de sel solidifié après fusion, du sel précipité à l'état de poudre puis comprimé entre les électrodes.

AgI hexagonal. L'iodure d'argent cubique est à peu près le seul électrolyte solide connu pour lequel le métal se dépose à la cathode, sous une forme aussi cohérente. Il n'en est pas de même de l'iodure d'argent hexagonal.

Si l'on met dans un circuit électrique un cylindre de ce sel, on observe une diminution très rapide de l'énorme résistance initiale, ce qui dénote la formation d'un pont métallique entre les élec-

trodes. La quantité d'argent déposée lorsque les électrodes sont ainsi mises en court-circuit est minime; par ex., la perte anodique n'est que de 21 mg. pour une quantité d'argent déposée dans le coulomètre de 571 mg., la distance des électrodes étant de 3 cm. (température 140°).

La formation du pont est évitée en interposant entre la cathode et l'iodure d'argent hexagonal un cylindre d'iodure d'argent cubique. On constate alors que l'iodure hexagonal est un conducteur purement électrolytique, comme l'iodure cubique.

L'emploi de l'iodure d'argent cubique comme électrolyte de protection a permis de constater qu'il en est de même pour de nombreux cristaux; ainsi, par exemple, AgCl, AgBr, NO^3Ag, $PbCl^2$, $PbBr^2$, PbI^2.

Il y a des cas pour lesquels la loi de Faraday n'est vérifiée qu'à une des électrodes. Ainsi, par ex., avec le chlorure de plomb, on a obtenu les nombres suivants (Tubandt, *loc. cit.*):

Température	Intensité du courant	Argent déposé dans le coulomètre	Perte de poids de l'anode	Plomb déposé à la cathode
290°	0 a.01	0 g.2296	0 g.2299	0 g.1543

Le mauvais rendement en plomb (70%) ne peut être dû qu'à des réactions secondaires; en effet, des mesures de nombres de transport montrent bien que le sel conduit le courant purement électrolytiquement. On voit que la loi de Faraday est très bien vérifiée à l'anode (rendement en argent, 100,1%).

Conductibilité purement métallique.

Certains cristaux ne subissent aucun phénomène d'électrolyse lorsqu'ils sont traversés par le courant électrique. Ces cristaux se comportent donc comme des conducteurs métalliques; leur conductibilité est purement électronique.

C'est le cas notamment du bromure cuivreux (Fischer) (3). On constate, en effet, que des petits cylindres de ce corps comprimés entre deux plaques de platine, qui servent d'électrodes, gardent un poids invariable pendant le passage du courant.

Tubandt (4) a rangé récemment dans la catégorie des conducteurs purement métalliques la plupart des sulfures de métaux lourds, notamment: PbS, SnS, Sb^2S^3, CdS. Il est probable qu'il existe d'autres corps à conductibilité purement métallique. Ainsi, l'oxyde de zinc (Skaupy) (5), les séléniures et les tellurures (Hevesy) (6), [1]

Pourtant, la conductibilité purement électronique dans les cristaux semble beaucoup plus rare que la conductibilité purement électrolytique. On admettait le contraire avant les travaux de Tubandt et de ses collaborateurs.

Conductibilité mixte

Certains cristaux ont une conductibilité mixte, c'est-à-dire que le courant y est transporté à la fois par des ions et par des électrons. C'est le cas, en particulier pour certains sulfures.

Cas du sulfure d'argent. — (Tubandt, Eggert et Schibbe) (7).

On sait que ce sel peut exister sous deux formes allotropiques: une forme *cubique* (α), stable au-dessus de 179°, et une forme *orthorhombique* (β), stable au-dessous de cette température. Ces deux variétés ont une conductibilité électrique de nature différente.

La conductibilité de Ag^2S cubique est purement électrolytique; les résultats expérimentaux obtenus concordent à 1/3.000 près avec ceux fixés par la loi de Faraday.

On observe des phénomènes différents avec Ag^2S orthorhombique. Le passage du courant est accompagné de phénomènes secondaires, dont la mise en liberté de grandes quantités de soufre qui noircit l'argent déposé à la cathode. On place alors le cylindre de sulfure d'argent entre deux cylindres d'iodure d'argent cubique; le dispositif suivant est utilisé:

$$\text{Ag anode} — AgI — \underset{\text{I}}{Ag^2S} — \underset{\text{II}}{AgI} — \text{Pt cathode}$$

La surface de séparation I se recouvre d'argent; le poids de ce dépôt est environ le 1/5 de la perte de poids de l'anode. Il s'est donc déchargé 1/5 environ des cations Ag en I; le cylindre de sulfure se comporte donc comme une cathode. Par suite, les 4/5 restant des cations Ag traversent le cylindre de sulfure. Cela montre que le transport de l'électricité dans le sulfure d'argent orthorhombique est assuré pour les 4/5 par des ions et pour le 1/5 par des électrons. La conductibilité de ce corps est donc mixte.

Différents facteurs peuvent modifier le rapport des deux conductibilités, notamment la température, l'intensité du courant.

En voici deux exemples:

L'iodure cuivreux (stable au-dessous de 400°) est un conducteur purement métallique au-dessous de 240°; il devient conducteur mixte à partir de cette température avec transformation continue de

1. La nécessité d'éviter les différents troubles accompagnant le passage du courant conduit parfois à constituer des assu-

cations de sels assez compliqués. Ainsi, pour PbS, Tubandt a utilisé la chaîne: Ag anode, $PbCl^2$, PbCl-, $PbCl^2$ PbS, PbS, PbS, $PbCl^2$, PbCl-, $PbCl^2$, Pt cathode.

la conductibilité électronique en conductibilité ionique à mesure que la température s'élève. Cette transformation est totale à partir de 390°. Ces

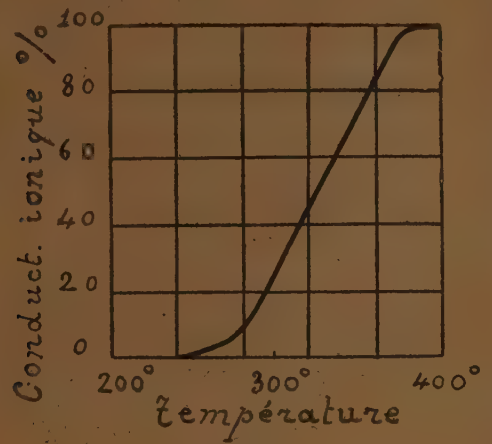

Fig. 1.

faits sont mis en évidence par les nombres suivants qui sont portés dans la figure 1 : (Tubandt) (8).

Température	225°	258°	275°	300°	325°	350°	375°	400°
Conduct. ionique %	0	0,8	5	25	50	75	97.5	188
Cond. électroni %	100	99,2	95	75	50	25	2,5	0

Le bromure et le chlorure cuivreux présentent des phénomènes analogues.

La conductibilité d'un même cristal peut donc

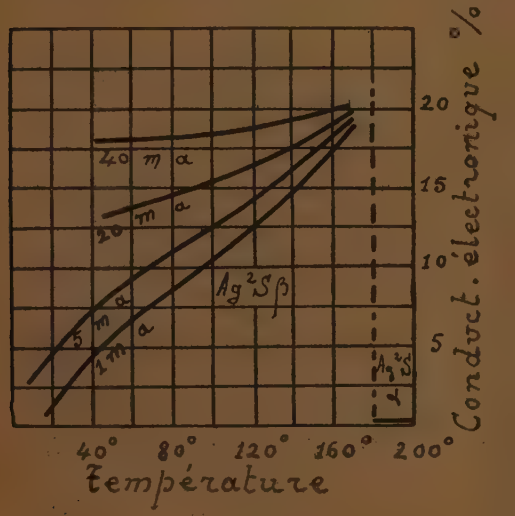

Fig. 2.

être de nature bien différente suivant l'intervalle de température considéré.

Le *sulfure d'argent orthorhombique* est un conducteur mixte; la conductibilité électronique, très faible à la température ordinaire, s'accroît aux dépens de la conductibilité ionique à mesure que la température s'élève, mais ce phénomène cesse brusquement à la température de transformation en sulfure cubique (179°), conducteur purement ionique. A la température de 20°, la conductibilité électronique est 4,9% seulement de la conductibilité totale; elle atteint la valeur limite de 19,2% au voisinage de 179° (Tubandt) (9).

L'accroissement de la conductibilité est d'autant plus rapide que l'intensité du courant est plus faible ainsi que le montrent les courbes de la figure 2. Il en résulte que, pour une même température, la conductibilité électronique croît avec l'intensité. Ainsi par exemple, les nombres sont les suivants pour la température de 60° :

Intensité du courant (milliampères)	1,0	2,0	5,2	20,0	40,0
Conductib. électron. %	7,0	8,5	10,6	13,6	18,0

De même, l'influence de l'intensité s'atténue à mesure que la température s'élève (Fig. 3).

Donc, température croissante et intensité croissante agissent pour faire atteindre à la répartition des deux conductibilités le même rapport limite : 21-79 (électronique ionique).

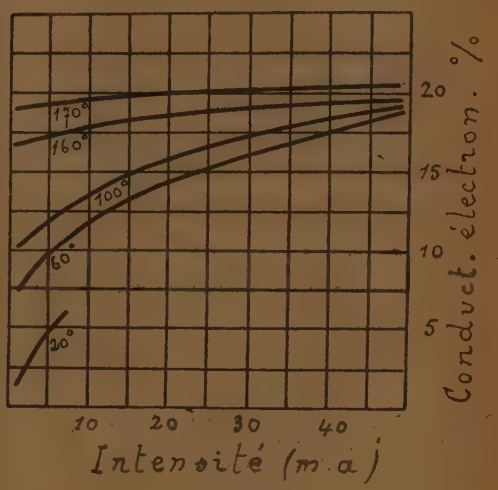

Fig. 3.

Le sulfure d'argent orthorhombique devient un conducteur purement électrolytique aux températures inférieures à 0°. A ce point de vue, il ne se distingue plus du sulfure cubique.

Le rapport des deux conductibilités peut varier énormément, pour un même sel, en présence d'impuretés, même à l'état de traces. Il est donc indispensable d'utiliser des corps soigneusement purifiés. Par exemple, d'après Tubandt, la partie du courant conduite métalliquement à travers le sulfure d'argent rhombique augmente considérable-

ment en présence de très petites quantités d'argent métallique.

II. — Mobilité des ions dans les électrolytes solides.

Les électrolytes solides se distinguent essentiellement des électrolytes dissous ou fondus par le fait que, dans la plupart des cas, *un seul des deux ions (anion ou cation) transporte le courant, l'autre restant immobile.*

L'électrolyte est fractionné en plusieurs cylindres (généralement trois; dimensions: 10 mm. de diamètre, 20 à 30 mm. de longueur) placés bout à bout, les surfaces en regard sont polies. Un cylindre d'iodure d'argent cubique est interposé avant la cathode. Le tout est comprimé par une presse à vis entre une tôle d'argent et une plaque de platine, qui servent d'électrodes, et disposé dans un cylindre de porcelaine. Ce cylindre est traversé par un courant d'azote ou de gaz carbonique afin d'éviter l'action de l'air ou de l'humidité. On détermine la variation de poids subie par chaque cylindre pendant le passage du courant, ce qui permet de calculer les nombres de transport, puis la vitesse absolue des ions, en admettant que la dissociation électrolytique est complète (Tubandt) (10)[1].

Transport par le cation. — Prenons comme exemple le *bromure d'argent.*

On utilise l'ensemble suivant:

Ag anode — AgBr I — AgBr II — AgBr III — AgIα — Pt cathode.

Le tableau suivant rassemble les résultats de deux expériences (Tubandt, *loc. cit.*):

		1	2
Température		170°	200°
Intensité du courant (milliampères)		5	10
Argent déposé dans le coulomètre (g.)		0,1106	0,1723
Argent déposé à la cathode (g.)		0,1108	0,1725
Poids du cylindre III	avant l'électrol.	3,0608	3,4443
	après »	3,0611	3,4443
Poids du cylindre II	avant »	2,9717	2,0718
	après »	2,9714	2,0716
Poids du cylindre I	avant »	3,4924	3,4443
	après »	3,4922	3,4446
Perte de poids de l'anode		0,1102	0,1726

On voit que chacun des cylindres de l'électrolyte a conservé un poids constant. Ce fait s'interprète par l'hypothèse que le cation Ag est seul mobile. Sinon, le cylindre I aurait augmenté de poids et le cylindre III aurait, au contraire, diminué. La vitesse du cation atteint 0,15 $\times 10^{-3}$ cm/s. au voisinage de la température de fusion du sel (422°), valeur environ deux fois plus grande que pour le même ion en solution aqueuse à 18°.

Tubandt a trouvé des résultats analogues pour AgIα, AgCl, $Ag^2S\alpha$, Cu^2S. Dans le cas de Ag^2S, le cation Ag présente une mobilité particulièrement élevée: 0,11 cm/s., soit une valeur environ 200 fois plus grande que pour le même cation dans la solution aqueuse à 18°.

Le cation paraît seul mobile dans d'autres sels encore, notamment dans le chlorure cuivreux, le bromure cuivreux (Frers) (11), le sulfure d'argent orthorhombique, le nitrate de sodium, le carbonate de calcium.

Dans le cas de CuCl, CuI, CuBr, $Ag^2S\beta$, conducteurs mixtes, les deux espèces d'électricité sont transportées, comme dans une solution d'électrolyte, mais de façon différente. L'électricité positive est transportée par les cations et l'électricité négative par les électrons.

Transport par l'anion. — On admettait jusqu'à ces dernières années que les cations sont seuls mobiles dans les électrolytes solides. Cette hypothèse ne reposait d'ailleurs sur aucune base expérimentale précise. Tubandt a montré que *le transport de l'électricité peut*, dans certains cas, *se faire uniquement par l'anion (loc. cit.).*

Il en est ainsi notamment pour le chlorure de plomb et pour le fluorure de plomb.

Avec chacun de ces sels, aucun dépôt métallique ne se fait à la cathode; cela prouve bien que le cation ne prend aucune part au transport du courant. De plus, l'électrolyte ayant été fractionné en trois cylindres, on constate une augmentation de poids du cylindre tenant à l'anode et une diminution du cylindre tenant à la cathode. La première variation de poids est très sensiblement égale à la quantité de chlorure d'argent équivalente à l'argent déposé dans le coulomètre; la seconde, à la quantité de chlore qui s'est porté sur l'anode. Ces faits montrent bien que l'anion Cl est mobile, (cas du chlorure de plomb).

Ainsi, les électrolytes solides présentent, à ce point de vue, une certaine analogie avec les conducteurs métalliques. Dans les deux cas, en effet, une seule espèce d'électricité est transportée

III. — Variations de la conductibilité.

La résistivité des cristaux peut être très notablement modifiée sous l'influence de causes diverses parmi lesquelles les principales sont la variation de température, l'humidité, le passage d'un courant électrique, l'action de certaines radiations, des effets ionisants. De plus, la résistivité d'une même substance varie souvent d'un échantillon à un autre; elle n'est pas la même, en général,

1. Les cylindres se séparent facilement l'un de l'autre, après l'électrolyse, si le corps est pur, sinon ils se soudent généralement.

pour un cristal unique et pour une pastille de poudre comprimée.

On ne peut donc pas considérer comme une propriété spécifique la résistivité d'un cristal.

Variation thermique

La conductibilité électrique des cristaux est, généralement, fortement influencée par la température. Elle est très faible à froid, pour la plupart des sels et des oxydes. Certains sels sont même considérés comme isolants à la température ordinaire. C'est le cas, par exemple, du chlorure de sodium et du carbonate de calcium. La conductibilité de ces corps n'est pas nulle cependant; on peut, en effet, constater avec un électromètre l'existence de courants très faibles.

D'une manière générale, la conductibilité croît rapidement avec la température. La loi de variation est différente, dans la plupart des cas, selon l'intervalle de température considéré.

La formule logarithmique :

$$\log. K = A - \frac{B}{T} \qquad \text{(Joffé) (12)}$$

s'applique aux basses températures pour de nombreux sels. On l'a vérifiée, notamment, pour le chlorure de sodium entre 15° et 500° (Seelen).

Aux températures élevées, la conductibilité suit souvent la loi :

$$\log. K = a + b.\, t. \qquad \text{(Benrath) (13)}$$

Il en est ainsi, en particulier, pour le chlorure de sodium, le chlorure de potassium, le bromure de potassium, aux températures supérieures à 500° (Tammann et Veszi) (14). Pour certains sels, au contraire, comme le nitrate de sodium, on observe des écarts importants entre les valeurs de la conductibilité calculées à l'aide de cette formule et les valeurs mesurées.

(Dans les formules précédentes, K représente la conductivité, T la température absolue; A, B, a et b sont des constantes caractéristiques du sel).

La formule de Benrath s'applique pour les cristaux uniques dans un intervalle de température plus étendu que pour les sels pulvérisés, puis comprimés sous forme de pastilles. De plus, la conductibilité d'une pastille est, généralement, plus élevée, à chaque température, que celle du cristal unique. La différence entre les deux valeurs s'accroît, pour la plupart des sels, à mesure que la température s'abaisse. Elle peut devenir élevée pour certains sels; ainsi, par exemple, cette différence atteint 500% de la conductibilité du cristal unique à 250° pour le nitrate de sodium et 530% à 520° pour le chlorure de potassium (Tammann et Veszi) (*loc. cit.*).

Influence de l'humidité. — La variation thermique de la conductibilité des cristaux est, en réalité, un phénomène complexe, encore assez mal connu. Différentes causes d'erreur, d'origine diverse, interviennent dans les mesures. Aussi, les données expérimentales sont-elles souvent divergentes. L'humidité exerce une influence notable aux basses températures. D'après Vaillant (15), le passage de l'électricité à travers un cristal se ferait surtout à la faveur d'une gaine d'humidité superficielle retenue par adsorption. Aux températures élevées, au contraire, le passage du courant se ferait à travers toute la section du sel.

Il résulte d'expériences précises de Vaillant (16) que la conductibilité d'un électrolyte solide soumis à une variation de température subit deux effets paraissant indépendants. L'un de ces effets est instantané, l'autre progressif.

Pour le premier, la conductibilité se comporte, en première approximation, comme une fonction exponentielle de la température absolue ou de son inverse.

L'effet progressif se manifeste par une série d'oscillations d'amplitudes décroissantes. C'est, dans sa première phase, une élévation ou une diminution suivant que l'électrolyte a été refroidi ou réchauffé. Ces variations sont d'autant plus rapides que la variation de température est plus importante, mais elles varient avec la température suivant des lois différentes. Il est donc vraisemblable qu'elles sont dues à deux phénomènes différents simultanés.

Vaillant ayant observé ces phénomènes avec des électrolytes de nature très différente : sels anhydres (ClNa fondu, SO^4Cu) ou hydratés (SO^4Cu, $5H^2O$), sels à l'état de poudre fine comprimée ou cristaux massifs (ClNa) admet qu'ils sont caractéristiques de la conductibilité électrolytique à l'état solide.

Influence de quelques radiations.

Des expériences ont été faites en vue d'étudier l'influence de différentes radiations sur la conductibilité des cristaux. Il semble en résulter que les phénomènes sont assez variés.

Ainsi, par exemple, on a constaté une augmentation de la conductibilité de certains cristaux sous l'action des rayons X, des rayons du radium, de la lumière ultra-violette (quartz, sel gemme); (Röntgen) (17).

Les rayons X et les rayons du radium peuvent, d'autre part, augmenter fortement la sensibilité des cristaux à l'influence de la lumière. Joffé (*loc. cit.*) indique que la conductibilité du sel gemme croît dans le rapport de 1 à 10^7 sous l'action de la lumière du jour, après cette sensibilisation.

L'influence de la lumière peut être irrégulière:

on a observé, par ex., une augmentation rapide suivie d'une diminution lente. C'est le cas, en particulier pour le sulfure de calcium (Vaillant) (18).

Loi d'Ohm. — Si l'on maintient une différence de potentiel constante entre deux électrodes identiques séparées par un sel solide, on constate que l'intensité du courant diminue. La chute de courant tend vers une limite, atteinte d'autant plus rapidement que le champ électrique entre les électrodes est plus intense et la température plus élevée (Vaillant) (19). De plus, un courant de sens inverse au premier prend naissance, si l'on met les électrodes en court-circuit après avoir supprimé la force électromotrice.

Tout se passe donc comme si une force électromotrice de polarisation était apparue. Joffé (*loc. cit.*) a montré que les intensités I, du courant direct, et *i*, du courant inverse, peuvent se calculer en appliquant la loi d'Ohm :

$$I = \frac{V - e}{R} \qquad i = \frac{e}{R}.$$

Le même auteur admet que cette polarisation peut prendre naissance au voisinage immédiat seulement des électrodes (calcite) ou, au contraire, qu'elle peut s'étendre assez loin dans la masse du sel (quartz). Il est possible que la polarisation soit due au développement progressif de densités cubiques, de signes contraires, dans la masse du sel au voisinage des électrodes (Seelen).

Vaillant attribue, en partie, à cette polarisation interne les divergences que présentent les données expérimentales relatives à la loi de variation thermique de la conductibilité.

IV. — Conductibilité des mélanges.

La conductibilité des sels à l'état solide est, généralement, fortement influencée par addition de faibles quantités d'autres sels. Ainsi, par exemple, la conductibilité du chlorure de plomb à 275° double en présence de 2 % de chlorure de sodium ou seulement 0,1 % de chlorure de potassium. Ce phénomène, qui semble se produire uniquement pour les mélanges ne donnant point de cristaux mixtes, serait dû, d'après Tubandt, à un accroissement de la mobilité des ions du sel principal.

On a déterminé des « isothermes de conductibilité » pour différents couples de sels. L'allure des lignes obtenues ne peut pas, en général, être déduite des diagrammes d'état correspondants. Pourtant, les points se rapportant aux mélanges eutectiques se manifestent parfois par des brisures plus ou moins apparentes.

Souvent, les isothermes relatives à un même couple de sels se déforment lorsque la température varie; le diagramme représenté, qui se rapporte au couple LiCl-KCl, (Fig. 4) en est un exemple (Tammann et Veszi) (*loc. cit.*).

Lorsque les sels considérés forment une combinaison, les isothermes présentent souvent une brisure qui la met en évidence. C'est le cas, notamment

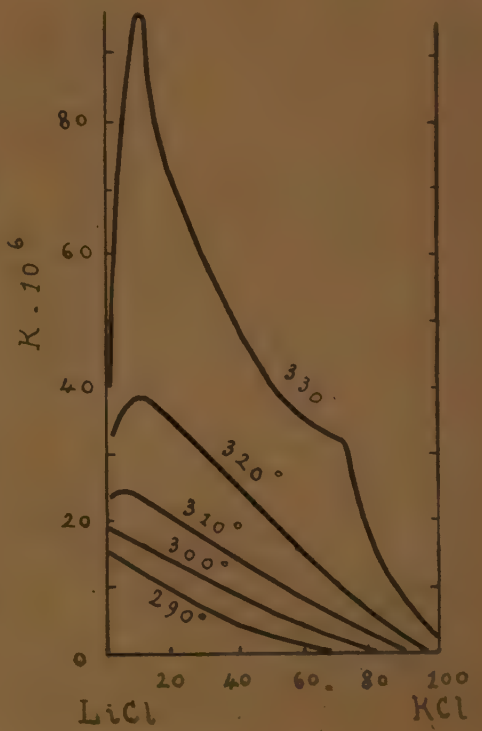

Fig. 4.

des couples SO^4K^2-SO^4Mg, sel double : SO^4K^2, $2SO^4Mg$ et SO^4K^2-SO^4Li^2, sel double : SO^4K^2, SO^4Li^2 (20) (Benrath et Drekopf).

Par contre, les isothermes peuvent présenter des brisures qui ne correspondent à aucune combinaison. Ainsi, avec le couple NaCl-$CaCl^2$ on observe un minimum de conductibilité à des températures pour lesquelles la combinaison des deux sels est dissociée d'après l'analyse thermique; de plus, ce minimum se produit pour une composition variable du mélange (21). (Sandonnini)

Dans certains cas, les isothermes ont même l'aspect de courbes en dents de scie irrégulières. Il en est ainsi, par exemple, pour les couples AgBr-$PbBr^2$ et CuCl-$PbCl^2$ (22). (Fischer)

Dans tous les cas, l'allure des isothermes n'est pas la même suivant que le produit a été préparé par solidification après fusion ou que c'est un mélange mécanique.

La règle des mélanges ne s'applique pas, le plus

souvent, au calcul de la conductibilité électrique des sels solides.

V. — Base de théorie.

On admet, généralement, que la conductibilité électrolytique est due à la faculté que possèdent les ions de changer de place dans le réseau cristallin (Hevesy) (23). La grande résistance électrique présentée au voisinage de la température ordinaire par la plupart des cristaux pouvant être due soit à un manque d'ions, soit à la difficulté rencontrée par les ions pour se déplacer.

Chaque espèce d'ion serait donc caractérisée par un coefficient de diffusion; coefficient très faible aux basses températures, augmentant rapidement avec la température pour l'un des deux ions seulement, et prenant des valeurs notables au voisinage du point de fusion, tandis qu'il reste très petit pour l'autre ion. La valeur prévue pour le coefficient de diffusion de l'ion Pb a été vérifiée par une expérience directe faite avec le chlorure de plomb (Hevesy).

Aux températures élevées, les deux ions peuvent devenir mobiles simultanément. Ainsi, dans le cas du fluorure de sodium, l'ion F interviendrait également au-dessus de 800° [1].

En partant du point de vue que la conductibilité électrolytique des cristaux (ceux du type ClNa notamment) est due à la faculté que possèdent les ions de changer de place dans le réseau cristallin, Braunbeck (24) a développé récemment une théorie quantitative de cette conductibilité. Cette théorie conduit, pour le chlorure de sodium, à une valeur de la conductibilité supérieure à celle que donne l'expérience, mais elle représente d'une manière assez satisfaisante sa variation thermique.

Tout dernièrement, Tubandt (25) a mesuré la vitesse de diffusion des cations dans les sels suivants : Ag^2S, AgI, AgBr, AgCl, Cu^2S, CuI, CuBr. Il indique les relations suivantes entre le coefficient de diffusion, D, et la température :

$$D = A_1 e^{-\frac{B}{T}} \text{ valable pour } Ag^2S,\ Cu^2S,\ AgI;$$

(K, conductivité; A, B, C, constantes; T, température absolue).

Le transport de matière dans les cristaux, donc la diffusion des ions et la conductibilité électrolytique, est rendue possible, d'après Hevesy (26), par la dislocation continue des réseaux cristallins avec l'augmentation de température.

Cet auteur utilise, comme mesure de la tendance à la dislocation du cristal, la grandeur du rapport des conductibilités à une température immédiatement supérieure à la température de fusion et à une température immédiatement inférieure. Ce rapport varie énormément d'un sel à l'autre. Par exemple, il est voisin de l'unité pour l'iodure d'argent, atteint déjà 3.000 pour le chlorure de sodium et s'élève à 20.000 pour le nitrate de sodium. Le réseau cristallin de ce dernier sel est considéré, d'après cela, comme étant très solide.

Le relâchement progressif du réseau cristallin s'explique en admettant que l'atome, ou l'ion, peut effectuer des oscillations dissymétriques autour de sa position moyenne d'équilibre [1]. Par suite de ces oscillations, certains ions privilégiés à énergie plus grande que les autres arrivent à occuper la place d'autres ions. Les perturbations localisées qui en résultent dans la répartition des ions permettraient le transport de matière (Hevesy, *loc. cit.*). La grandeur de la conductibilité électrolytique serait donc en relation avec l'intensité de vibration des ions.

La tendance au relâchement du réseau cristallin serait également en relation avec l'affinité des ions du cristal pour les électrons (électroaffinité). Cette affinité étant d'autant plus petite que l'énergie nécessaire pour amener les ions à l'état neutre est plus grande.

Selon Hevesy (27), les faits connus ne permettent point de conclure avec certitude que les particules élémentaires des réseaux cristallins sont des ions ou des atomes. Pourtant, cet auteur admet que les sels isolants ont un réseau atomique; c'est le cas, par exemple, de l'iodure d'argent hexagonal. Les sels bons conducteurs, comme l'iodure d'argent cubique, auraient, au contraire, un réseau ionique. Le réseau des sels à conductibilité mixte (Ag^2S rhombique) serait formé à la fois d'ions et d'atomes [2].

Il semble résulter d'un travail récent, d'ailleurs non terminé (Hedwall) (28), qu'il existe une relation entre ce que l'on appelle l' « activité chimique » et la conductibilité électrique des sels solides. La dislocation du réseau cristallin par élé-

1. Cette manière de voir s'accorde avec les résultats des expériences récentes de Phipps et de ses collaborateurs. Ces auteurs ont déterminé la conductivité des halogénures de sodium, de potassium et de thallium à différentes températures comprises dans un intervalle assez étendu (par ex., entre 203° et 838° cent. pour BrK). Les nombres obtenus portés sur le diagramme log. K, 1/T s'alignent sur une courbe formée de deux branches pour les sels de sodium et pour ceux de potassium. (*Journ. of Amer. Chem. Soc.* : mai 1929, p. 1331 et t XLVIII, 1926, p. 112).

1. On sait que cette hypothèse a déjà permis d'expliquer certaines propriétés des cristaux : dilatation thermique, pyroélectricité, chaleur spécifique notamment (Debye, Born).

2. Rappelons que les recherches sur la diffraction des rayons X ont conduit à considérer le réseau cristallin du chlorure de sodium comme étant formé d'ions; ce sel est pourtant isolant à la température ordinaire.

vation de température facilitent certaines réactions chimiques en même temps qu'elle accroît la conductibilité.

On voit par cet exposé très sommaire de nos connaissances actuelles sur la conductibilité électrique des cristaux (sels et oxydes) que les phénomènes sont variés.

La question, rénovée par l'emploi de méthodes expérimentales plus précises, est devenue d'actualité.

La conductibilité de nature purement électrolytique paraît plus fréquente que la conductibilité mixte et surtout que la conductibilité purement métallique.

Les idées déjà développées pour expliquer les faits connus ne constituent pas encore une théorie vraiment satisfaisante de la conductibilité électrolytique. Il est d'ailleurs trop tôt, peut-être, pour élaborer une théorie. Mieux vaut, semble-t-il, consacrer ses efforts à de nouvelles expériences en vue d'éclaircir certains faits d'apparences contradictoires, ou pour préciser des points probablement douteux. La question pour progresser a besoin de données expérimentales plus nombreuses, surtout en ce qui concerne les faits bien particuliers aux sels solides, comme par exemple le transport de l'électricité par un seul ion (anion ou cation) ou bien encore les irrégularités relatives à la loi de variation thermique de la conductibilité.

Cette conclusion, peut-être trop pessimiste, est à rapprocher de celle que formulait dans cette revue M. Boutaric[1], évoquant le scepticisme de Berthelot pour les hypothèses, après avoir exposé les nombreuses théories relatives à la conduction métallique, phénomène pourtant plus simple, apparemment, que la conductibilité dans les sels solides.

BIBLIOGRAPHIE

1. C. Tubandt et F. Lorenz : *Zeitsc. phys. Chem.*, t. XXCVII, 1914, p. 560.

2. C. Tubandt et S. Eggert : *Zeitsc. anorg. allg. Chem.* t. CX, 1920, p. 196.

3. P. Fischer : *Zeitsc. Electrochem.*, t. XXXIII, 1927, p. 170.

4. C. Tubandt et M. Haedicke : *Zeitsc. anorg. allg. Chem.*, t. CLX, 1927, p. 297.

5. F. Skaupy : *Zeit. Physik.*, 1921, p. 259.

6. G. V. Hevesy : *Chem. Centralblatt*, t. III, 1923, p. 471.

7. C. Tubandt, S. Eggert et G. Schibbe : *Zeitsc. anorg. allg. Chem.*, t. CXVII, 1921, p. 1.

8. C. Tubandt, E. Rindtorff et W. Jost : *Zeitsc. anorg. allg. Chem.*, t. CLXV, p. 195.

9. C. Tubandt et H. Reinhold : *Zeitsc. anorg. allg. Chem.*, t. CLX, 1927, p. 222.

10. C. Tubandt : *Zeitsc. anorg. allg. Chem.*, t. CXV, 1921, p. 105.

11. N. Frers : *Ber. deut. Chem. Ges.*, t. LX, 1927, p. 864.

12. A. Joffé : *Ann. der. Physik.*, t. LXXII, 1923, p. 461.

13. A. Benrath : *Zeitsc. phys. Chem.* t. LXXVII, 1911, p. 257.

14. G. Tammann et G. Veszi : *Zeitsc. anorg. allg. Chem.*, t. CL, 1926, p. 355.

15. P. Vaillant : *C. R.*, t. CLXXVII, 1923, p. 637.

16. P. Vaillant : *Journ. de Phys.*, 1922, p. 87.

17. C. Röntgen : *Ann. der. Physik.*, t. LXIV, I, 1921, p. 195.

18. P. Vaillant : *C. R.*, t. CLXXI, 1920, p. 713.

19. P. Vaillant : *C. R.*, t. CLXXXII, 1926, p. 1335.

20. A. Benrath et K. Drekopf : *Zeitsc. phys. Chem.*, t. XCIX, 192, p. 57.

21. C. Sandonnini : *Gazz. Chim. Ital.*, t, L, I, 1920, p. 289.

22. P. Fischer : *Zeitsc. Electrochem.*, t. XXXII, 1926, p. 136.

23. G. V. Hevesy : *Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien* t. CXXIX, 1920, p. 549.

24. W. Braunbek : *Zeitsc. Physik.*, t, XLIV, 1927, p. 684.

25. C. Tubandt : *Zeitsc. anorg. allg. Chem.*, t. CLXXVII, 1929, p. 253.

26. G. V. Hevesy : *Zeitsc. phys. Chem.*, t. CI, 1922, p. 337.

27. G. V. Hevesy : *Zeitsc. phys. Chem.*, t. CXXVII, 1927, p. 401.

28. A. Hedwall : *Zeitsc. anorg. allg. Chem.*, t. CLXX, p. 71.

1. Boutaric : *Revue générale des Sciences*, 1928, pp. 197 et suivantes (La conductibilité électrique des métaux).

André Chrétien,

Docteur ès Sciences,
Assistant à l'Université de Strasbourg.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Smith (Percey F.) et **Longley** (William). — **Eléments de mécanique rationnelle.** Traduit de l'anglais par A.-A.-M. Sallin. — 1 *vol.* 25 × 16 *de* 320 *pages.* (*Prix, broché* : 42 fr.) *Librairie Vuibert, éditeur, Paris*, 1929.

Parmi l'importante production scientifique américaine, M. Sallin a su faire un choix heureux des ouvrages qu'il s'est fait un but de traduire pour nous permettre de profiter de leur caractère « pragmatique ».

La nouvelle collection de monographies concernant les mathématiques pures et appliquées que publient les *Presses Universitaires* et où ont déjà paru deux fascicules, puis « Le Calcul différentiel et intégral » de Granville, à la Librairie Vuibert, montrent bien en effet que le choix de M. Sallin ne s'exerce pas au hasard; l'ouvrage que nous signalons ici aujourd'hui est bien fait pour le confirmer.

La tâche d'un traducteur est difficile. Il doit en effet bien posséder sa langue maternelle mais bien davantage encore la langue étrangère qu'il traduit. Il doit enfin connnaître la matière dont il parle. D'ordinaire, ces trois conditions ne se rencontrent que très rarement réunies et ce n'est pas le moindre mérite de M. Sallin que d'avoir, avec une maîtrise parfaite, su nous mettre en mesure d'apprécier des ouvrages étrangers, sans les altérer et tout en les perfectionnant quelquefois.

Les « Eléments de Mécanique rationnelle » de Smith et Longley ne se présentent pas à nous avec l'ordonnance à laquelle nous ont habitués nos traités classiques; ainsi, le chapitre I concerne la masse et l'inertie. Philosophiquement d'ailleurs, il n'y a pas de raison, au contraire, pour qu'il n'en soit pas ainsi. De même, il est naturel que l'équilibre des forces coplanaires, traité au chapitre XIII, soit étudié après la dynamique, les conditions d'équilibre découlant des équations fondamentales de la dynamique.

On ne trouvera dans cet ouvrage aucune application de la théorie aux machines car le livre est essentiellement un cours de mécanique rationnelle. Les démonstrations sont bien conduites, d'une grande clarté, et les questions étudiées sont toutes présentées suivant un enchaînement logique. Chaque chapitre est suivi de nombreux exercices choisis avec beaucoup de soin et leur solution se trouve souvent signalée, chose précieuse pour l'étudiant, ainsi en mesure de reconnaître immédiatement si ses efforts personnels pour les résoudre sont couronnés de succès.

Cet ouvrage qui est donc un ouvrage d'enseignement convient parfaitement aux élèves ingénieurs pour lesquels il a vraisemblablement été écrit Quoique ne se moulant pas sur les programmes de nos Universités Françaises, il n'en sera pas moins profitable aux candidats au Certificat de Mathématiques générales et même au Certificat de Mécanique.

Le volume comporte treize chapitres: Chapitre I: Moments de masse et d'inertie; Chapitres II et III: Cinématique du point; Chapitre IV: Cinématique d'un point matériel; Chapitre V: Travail, énergie, impulsion; Chapitre VI: Mouvement d'un point dans un champ constant; Chapitre VII: Forces centrales; Chapitre VIII: Champ harmonique; Chapitre IX: Mouvement dans un milieu résistant; Chapitre X: Potentiel et énergie potentielle; Chapitre XI: Système de points matériels; Chapitre XII: Dynamique d'un corps rigide; Chapitre XIII : Equilibre des forces coplanaires.

Un recueil de formules concernant la Géométrie analytique, le Calcul différentiel et intégral termine l'ouvrage. Nul ne le lira sans en retirer un profit certain car il se recommande autant par la rigueur de ses expositions et leur enchaînement, par sa clarté et sa facilité de lecture que par les soins dont sa présentation typographique a été entourée par la Librairie Vuibert qui reste ainsi dans sa tradition.

L. Potin.

***

Haag (J.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.* — **Mécanique.** — 1 *vol. in-8° de* 185 *pages et* 116 *fig. Gauthier-Villars*, 1929 (*Prix : 25 francs*).

Nous avons déjà signalé ici ces petits volumes clairs et bien présentés; mention spéciale doit être faite de celui-ci, mais nous nous demanderons toutefois pourquoi l'importance des uns et des autres n'est pas proportionnée à la matière étudiée. Au contraire de certains volumes précédents de cette collection, qui paraissent un peu réduits, celui-ci est parfaitement adapté à son programme.

R. M. B.

***

Nevanlinna (Rolf), *Professeur à l'Université d'Helsingfors.* — **Le Théorème de Picard-Borel et la Théorie des Fonctions méromorphes.** — 1 *vol. in-8° de* 174 *pages de la* Collection de monographies sur la théorie de fonctions de M. E. Borel. *Gauthier-Villars, édit., Paris*, 1929.

Un problème classique de la théorie des fonctions entières concerne l'étude des relations qui existent entre la croissance d'une fonction entière et la densité de ses zéros. Les recherches fondamentales de M. Hadamard (1892) ont permis d'étendre ce problème à l'étude de la distribution de points où la valeur de la fonction entière est égale à une constante donnée et de comparer entre elles les distributions correspondant à différentes valeurs de cette constante. Ces recherches ont eu pour résultat de rapprocher la

théorie des fonctions entières du célèbre théorème de M. Picard, d'après lequel une fonction uniforme dans l'entourage d'un point singulier isolé prend une infinité de fois toute valeur donnée, sauf deux valeurs au plus.

Les questions qui se rattachent à ce théorème, que son auteur avait démontré déjà en 1879 à l'aide de la fonction modulaire mais qui était resté longtemps isolé dans la théorie des fonctions, jouent depuis cette époque un rôle central dans la théorie des fonctions entières et méromorphes. En 1896, M. Borel donna une nouvelle démonstration de ce théorème, sans faire appel aux propriétés de la fonction modulaire, et il en indiqua en même temps une extension importante. D'après M. Borel et ses successeurs on peut affirmer que, pour une fonction méromorphe donnée $f(x)$, la densité des racines de l'équation

$$(1) \qquad f(x) = z$$

reste la même pour toute valeur de la constante z, sauf pour deux valeurs au plus, pour lesquelles les racines sont exceptionnellement rares.

Dans ce volume l'auteur a étudié précisément la distribution des racines de l'équation (1) pour différentes valeurs de la constante z. Toutefois il s'est borné à aborder la question en ne considérant que la distribution des modules des racines d'autant plus qu'il existe déjà des expositions excellentes des résultats récents relatifs aux arguments des racines.

Dans l'exposition qu'il a faite du sujet, M. Nevanlinna s'est servi systématiquement de la formule de Poisson-Jensen qui permet de calculer le module d'une fonction méromorphe dans un cercle lorsque l'on connaît ses valeurs sur la circonférence ainsi que ses zéros et ses pôles intérieurs au cercle.

L'ouvrage est divisé en 6 chapitres.

1. Premier théorème fondamental.

2. Théorème de M. Hadamard sur les fonctions entières d'ordre fini et leurs extensions aux fonctions méromorphes.

3. Représentation canonique d'une fonction méromorphe d'ordre fini.

4. Second théorème fondamental et ses applications.

5. Fonctions méromorphes liées par une relation linéaire.

6. Fonctions méromorphes dans un cercle fini.

Dans une note supplémentaire il est donné un résumé d'une méthode nouvelle indiquée récemment par M. Nevanlinna pour étudier la distribution des valeurs d'une fonction uniforme. Cette méthode qui se rattache à celle dont s'était servi M. Picard pour établir son théorème conduit d'une manière naturelle aux extensions données aux chapitres 4 et 6 à l'aide de la formule de Poisson-Jensen.

Une bibliographie termine l'ouvrage que l'on peut féliciter M. Borel d'avoir accueilli dans sa collection de monographies sur la théorie des fonctions et que la Librairie Gauthier-Villars a étudié avec ses soins habituels.

L. POTIN.

***

Loria (Gino), *Professeur à l'Université de Gênes.* — **Histoire des Sciences mathématiques dans l'antiquité hellénique.** — *1 vol. de 215 p. avec 11 figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris*, 1929 (*Prix, broché : 30 francs*).

Ce volume de la collection « *Science et Civilisation* » répond pleinement au programme de cette dernière qui est de faire connaître au public cultivé les résultats obtenus dans tous les domaines où s'est exercée l'activité de l'esprit humain. Certes les ouvrages sur l'histoire des mathématiques dans l'antiquité hellénique ne manquent pas et plus d'un sont remarquables. Peut-être ne s'en trouve-t-il tout de même pas qui soient écrits d'une façon plus agréable, et comportant une plus grande documentation. On y rencontre en effet plus d'une proposition dues à des savants grecs et dont nous n'avons trouvé la mention nulle part. On voit à la lecture que l'auteur, passionnément épris du sujet, a étudié profondément l'antiquité grecque et la connaît admirablement. En tout cas il a su extraire des écrits anciens la moelle substantielle pour l'offrir à ses lecteurs, sous une forme condensée que nécessairement lui imposait l'espace qui lui était imparti par la collection.

7 chapitres constituent le volume, le 3e *l'âge d'or de la géométrie grecque* et le 4e *l'arithmétique des grecs* abondent particulièrement de renseignements intéressants. Une bibliographie choisie termine le volume qui forme un exposé synthétique de facile lecture, pleine d'intérêt et d'agrément, de ce que nous savons des savants de l'antiquité hellénique.

F. M.

2° Sciences physiques.

Schleede (A.) et **Schneider** (E.). — **Rontgenspektroskopie und Kristallstrukturanalyse.** — *2 vol. de 336 et 344 pages. De Gruyter et Ce, éditeur. Berlin et Leipzig*, 1929 (*Prix : broché, 44 marks ; relié, 44 marks*).

Le point de départ de cet ouvrage se trouve dans un article de l'un des auteurs (Schleede) inséré en 1925 dans le « Handbuch der Arbeitsmethoden in der Anorganischen Chemie » de Tiede et Richter. C'est dire que le point de vue adopté par les auteurs est essentiellement pratique et chimique, leur objet étant de rassembler dans un traité unique toute la documentation nécessaire pour permettre, même à un chercheur qui n'est pas un physicien spécialisé, de se mettre instantanément au courant d'un problème quelconque touchant les rayons X ou la structure cristalline. Cet objet est évidemment trop ambitieux et n'a pu être atteint par les auteurs qu'en apparence. L'étendue de leur programme les a amenés d'abord à diviser leur ouvrage en deux volumes, dont l'un est à

proprement parler un traité sur les rayons X, l'autre un traité des structures cristallines. Le souci d'englober dans un même exposé toutes les questions se rattachant à la spectroscopie des rayons X n'a pas été sans nuire à l'unité de l'ouvrage, qui prend assez souvent figure de compilation plus ou moins bien coordonnée. C'est ainsi que le lecteur ne peut se défendre de quelque surprise en voyant, à côté de chapitres ou de paragraphes consacrés aux mastics et aux robinets, d'autres chapitres consacrés aux matrices d'Heisenberg et à la théorie abstraite des groupes. Il est fatal qu'une telle variété s'achète au détriment de la profondeur de l'exposé et par suite de son intérêt réel. Néanmoins l'ouvrage, qui contient plus de 500 figures et une centaine de tableaux, rendra de grands services à ceux qui, déjà préparés à le consulter, sauront y trouver aisément des renseignements. Les détails constitutifs sur les spectrographes à rayons X sont particulièrement clairs et bien présentés. Par contre, la Bibliographie n'est pas exempte de lacunes graves : c'est ainsi que les importantes découvertes de Thibaud sont passées sous silence et que le nom de ce physicien ne figure pas dans l'Index. Malgré ces imperfections, il faut rendre hommage au grand effort de composition qui a été fait par les auteurs, surtout en ce qui concerne les groupes cristallographiques et leur représentation. L'ouvrage est imprimé et édité avec un soin remarquable, et mérite d'être utilisé.

Léon Bloch.

***

Bouasse (H.). — **Cristallographie géométrique. Groupe de déplacements.** — 1 *vol. in*-8° *de* 354 *p., de la* Bibliothèque de l'Ingénieur et du Physicien. *Delagrave, éditeur à Paris*, 1929 (*Prix : br., 45 francs*).

Répondant à son titre ce volume développe la géométrie des figures symétriques finies (Groupes finis; tous les éléments de symétrie passant par un point) ou infinies périodiques (Groupes infinis; les éléments de symétrie en nombre infini se reproduisant périodiquement). L'auteur ne fait que développer des postulats géométriques très simples qui s'appliquent à la minéralogie mais sans impliquer l'existence de celle-ci.

La minéralogie a posé des problèmes de pure géométrie qui doivent être étudiés indépendamment d'elle et M. Bouasse indique pour quelles raisons physiques il est conduit à limiter son travail aux axes d'ordre 1.2.3.4..6. (notion de réseau ou de constitution périodique). Les minéralogistes ne s'occupent guère de la classification de l'ensemble des polyèdres et ne voient pas les choses sous le même angle qu'un physicien comme l'auteur : ils n'admettent pas la même hiérarchie d'importance. La conception de notre auteur est donc différente de la leur. Il ne définiera pas non plus le plan de symétrie comme « une direction de plan telle que toutes les propriétés du cristal soient symétriques par rapport à un plan parallèle à cette direction » ce qui pose une définition minéralogique du plan distincte de la définition géométrique!

Si les ouvrages de cristallographie sont nombreux, mais se ressemblent comme des frères, dans leurs expositions et surtout dans leurs erreurs, le lecteur habituel de M. Bouasse sait bien par contre qu'il trouvera ici toute autre chose que ce que ces volumes peuvent lui servir. La méthode de notre auteur ne change pas et est restée ce qu'on la vue dans ses précédents volumes : il écrit pour l'Ingénieur physicien, nous l'avons déjà maintes fois dit.

La place de plus en plus mesurée qui nous est offerte ne nous permet pas d'entrer dans une analyse de l'ouvrage que la façon d'écrire du Professeur de Toulouse ne facilite d'ailleurs pas. Nous citerons seulement les titres des chapitres :

1. Des opérateurs et de leurs combinaisons. 2. Polyèdres symétriques (24 groupes). 3. Réseaux (7 systèmes, 14 modes). 4. Loi des indices rationnels et ses conséquences. 5. Groupes finis d'opérations (32 classes). 6. Méthode des troncatures. 7. Polyèdres cristallins. 8. Groupes infinis (230 groupes). 9. La structure cristalline déterminée par les rayons X.

Dans un appendice l'auteur revient sur un théorème d'optique relatif au prisme (focales et caustiques) donné dans son Cours d'Optique géométrique supérieure § 106 où l'une des propositions énoncées était fausse de même que la figure 129.

La préface traditionnelle a pour titre : « *le savant dans la littérature et dans la réalité* » et ne dépare pas la collection précédente.

Nous n'avons plus à recommander les ouvrages de M. Bouasse dont l'extraordinaire ténacité et la puissance du travail ne vont pas tarder à achever l'incomparable monument que possédera alors la *Physique utile*, celle de l'Ingénieur, celle qu'aurait approuvée aussi Regnault avec ses « chaudrons ».

L. P.

***

Debye (P). — **Polar molecules.** — 1 *vol. in*-8° *de* 172 *p., édité chez* The Chemical Catalog Company, *New-York*, 1929 (*Prix* : 3,50 *dollars*).

Ce petit ouvrage a pour auteur le physicien P. Debye, c'est-à-dire le savant qui connaît probablement le mieux, à l'heure actuelle, la question de la polarité des molécules et de leur influence sur la constante diélectrique. Il est écrit avec la clarté et la méthode qui lui sont propres, et constitue un complément et une mise au point très intéressante de l'article bien connu qu'il avait écrit sur un sujet similaire, il y a quelques années, dans le tome VI du Handbuch der Radiologie.

Les premiers chapitres (I à III) traitent la partie dite « classique » du sujet, et développent les premières conséquences de la théorie, due à Debye lui-même, suivant laquelle il faut partager la constante diélectrique d'une subtance à molécules polaires en deux parties bien distinctes : la première, due à la déformation des molécules qui est indépendante de la température; la seconde, due à leur orientation dans le champ, qui en dépend. Dans les chapitres suivants

(IV à VI) l'auteur examine les relations entre la constante diélectrique et la constitution chimique, en insistant sur les causes de variation de cette constante avec la fréquence et sur le sujet tout moderne et fort délicat des effets de saturation. Enfin les derniers chapitres (VII à X) reprennent une partie des questions traitées du point de vue des quanta, et montrent en particulier les modifications assez notables que la mécanique ondulatoire apporte aux conceptions anciennes.

Il est à peine besoin d'ajouter que la lecture du livre est aussi attrayante que suggestive. Elle est indispensable à tous ceux que ces questions intéressent et elle est tout à fait propre à inspirer des sujets de recherche aux jeunes physiciens.

E. B.

3° Sciences naturelles.

Aron (Max). — **Vie et Reproduction. Notions actuelles sur les grands problèmes de la Biologie animale.** — *Préface par le Professeur* P. Bouin. — *1 vol. de 366 pages, avec 190 figures. (Prix : 38 fr.). Masson et Cie, Paris*, 1929.

Ce très intéressant ouvrage arrive au bon moment pour établir une vue d'ensemble sur les découvertes modernes réalisées dans le domaine général de la vie et de la reproduction. Son auteur, déjà connu par ses nombreuses recherches et sa grande érudition, dans toutes les questions de morphologie générale et expérimentale, expose d'une façon claire et simple, accessible à tous, les données essentielles de tous ces importants problèmes.

Ce livre est divisé en trois parties :

Dans la première, le lecteur trouvera l'étude complète des cellules : le cytoplasme, le noyau, la membrane et la perméabilité cellulaire, les mouvements des cellules, leur division, leur différenciation, leur spécificité, etc. Le type fondamental de la multiplication cellulaire, la *mitose*, d'où dérivent les phénomènes de la croissance et du partage de la matière hétérogène de l'œuf, y est lumineusement expliquée et figurée.

Dans la seconde partie, M. Aron passe en revue les résultats de la différenciation cellulaire et les divers tissus, les importantes corrélations humorales, hormoniques et nerveuses, qui maintiennent en équilibre harmonieux le travail spécialisé des divers constituants de l'état cellulaire, enfin la *croissance*, son mécanisme et ses facteurs internes et externes.

Dans la troisième partie, l'auteur met en lumière les faits principaux qui ont trait à la reproduction des organismes et à la pérennité des espèces, et qui ont réalisé, dans ces dernières années, des progrès considérables. Il étudie successivement les deux grands modes de reproduction des individus : la reproduction agame et la reproduction sexuée; la formation des cellules sexuelles, ou *gonocytes*, et l'importante réduction chromatique, puis la fécondation et les belles et ingénieuses expériences qui ont été entreprises pour découvrir les causes de l'activation de l'œuf. C'est avec un intérêt croissant qu'on lira les chapitres relatifs aux caractères sexuels et leur déterminisme, la découverte des *hétérochromosomes*, qui éclaire d'un jour nouveau la flexion du sexe dans un sens déterminé, et paraît rendre compte de l'égalité du pourcentage des deux sexes; les diverses anomalies du sexe, le transformisme, la mutation, l'hybridation et les lois de Mendel, enfin les bases du problème de l'hérédité.

Malgré le rôle important joué par l'évolution des chromosomes dans toutes ces recherches, l'auteur fait observer qu'elle ne peut tout expliquer, et qu'on est bien obligé de sonder dans ses éléments la constitution du cytoplasme. Il ne faut pas oublier, en effet, que la cellule vivante constitue un tout.

On ne peut qu'effleurer partiellement dans une courte analyse, les nombreux travaux se rapportant à tous ces importants et curieux problèmes, et dont l'auteur a très heureusement dégagé et résumé dans son ouvrage les résultats fondamentaux. Non seulement les étudiants, les médecins, les naturalistes, mais aussi les lecteurs, non spécialisés dans ce genre d'études, y puiseront les principes essentiels des connaissances biologiques qui doivent faire partie de toute instruction générale.

Dr G. D.

*
**

Travaux du Laboratoire de Microbiologie de la Faculté de Pharmacie de Nancy (MM. Lasseur, *Professeur;* Vernier, *Chef des travaux*). — *1 vol. de 172 p., fasc. I, 1928.*

Ce fascicule est constitué par une série de travaux signés par M. Ph. Lasseur et ses collaborateurs, Mlle Noblat, MM. P. Jouffroy, R. Fribourg, S. Zahl, A. Dupaix, P. Martin, Huriet et Morel; ils sont tous centrés autour de l'étude de l'agglutination sérique des microbes ou phénomène de Charrin et Roger. Ce sont des monographies, portant sur les bactéries du groupe *subtilis-mesentericus*, *prodigiosus-balticus*, *Le Monnieri*, *pyocyaneus*, ou bien des recherches sur les conditions physiques de l'agglutination, transport électrique, rôle des électrolytes, de la température, etc.; elles donnent l'impression d'une production intense, due tout d'abord à l'impulsion imprimée par M. Lasseur au laboratoire qu'il dirige, et aussi au mode de travail en commun, chacun des collaborateurs spécialisé dans une technique délicate effectuant, non seulement pour lui, mais aussi pour les autres, toutes les mesures que nécessitent les recherches en cours. Il manque peut-être quelque chose à ce volume si riche en faits: c'est une « postface », c'est-à-dire un chapitre terminal mettant en lumière l'avance réalisée dans le sujet choisi et établissant le lien qui relie les différents articles; nul ne serait mieux désigné que M. Lasseur pour l'écrire.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

***

Thienemann (August). — **Der Sauerstoff im eutrophen und oligotrophen See. Ein Beitrag zur Seetypenlehre** (*collection* Die Binnengewässer, *Bd. IV*). — *1 vol. gr. in-8° de 176 p., 41 fig. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) G. M. B. H.*, 1928 (*Prix : br., 18 m.; rel. toile*, 19 *m.* 50).

Les limnologistes distinguent trois catégories de lacs : 1°) les lacs oligotrophes, de type alpin et subalpin, profonds, à eau claire, pauvres en plancton, caractérisés par la présence de Corégones de profondeur; 2°) les lacs eutrophes, généralement de plaine, peu profonds, à eau trouble, riches en plancton, à faune profonde, pauvres en espèces; ils sont caractérisés par la présence fréquente de larves de Corèthres et l'absence habituelle de Corégones; 3°) les lacs dystrophes (Scandinavie), profonds ou non, entourés de tourbe, à eau brunâtre, pauvres en plancton et en faune profonde, caractérisés par la présence constantes des Corèthres.

M. Thienemann a étudié la teneur en oxygène des lacs appartenant aux deux premières catégories, durant toute l'année et à diverses profondeurs. Il a pris ses exemples en Allemagne (Plön, Eifel, etc.), dans les Alpes, en Amérique du Nord. Il montre combien le peuplement de ces lacs est lié très étroitement au degré d'oxygénation de l'eau et met en évidence les facteurs qui influent sur cette oxygénation. (Le plus important de ceux-ci est la forme du lac). Biologistes, géographes et géologues trouveront dans ce livre une masse considérable de documents.

R.

***

Picard (F.). — **Faune de France 20. Coléoptères, Cerambycidae.** — *Paul Lechevalier, éditeur.*

Ce volume de la Faune de France publié par l'Office central de faunistique est le premier, des fascicules parus, consacré aux coléoptères. Cette collection s'adresse non seulement aux spécialistes, mais à tous ceux que la zoologie intéresse, et le présent fascicule aura la faveur des collectionneurs, puisque les longicornes renferment les plus beaux coléoptères français.

Dans l'introduction l'auteur étudie les caractères généraux des Cerambycidae : leur morphologie à l'état adulte, à l'état larvaire, et leur biologie. On lira avec beaucoup d'intérêt les passages sur la vie et la reproduction des adultes et la vie si variée des larves. Les pages suivantes sont consacrées aux parasites des longicornes et principalement aux hyménoptères, dont on trouvera la liste. L'étude de la répartition géographique des espèces tient une place importante. Enfin quelques mots sur les méthodes de chasse et de conservation terminent l'introduction.

Dans la deuxième partie, qui forme les 4/5 de l'ouvrage, se trouve la description des espèces. En tête de chaque division on consulte de petits tableaux dichotomiques, qui auraient pu être disposés d'une façon plus heureuse au point de vue typographique. Pour chaque espèce l'auteur décrit les caractères morphologiques de l'adulte et donne un court résumé biologique. Les détails concernant la répartition géographique sont nombreux et précis. Avant d'admettre dans la faune française ou de rejeter en dehors d'elle une espèce donnée, l'auteur procède à une critique serrée de chaque cas. Cet ouvrage constitue donc un recueil très complet des Cerambycidae, et il a en outre le grand mérite d'être accessible aux profanes. Plus de 70 figures illustrent le texte, dont l'édition est soignée.

F. B.

4° Art de l'ingénieur

Nessi (A.) et **Nisolle** (L.). — **Physique industrielle. Régimes variables de fonctionnement dans les installations de chauffage central.** — *1 vol. 59 × 27 de* XII-172 *pages, avec 29 figures et 1 pl. hors texte.* (*Prix, broché : 44 fr.* 50.) *Dunod, éditeur, Paris.*

Les installations de chauffage sont ordinairement calculées en prévision du fonctionnement continu de jour et de nuit, en vue d'obtenir une température déterminée dans des conditions extérieures fixées. Cependant, si l'occupation des locaux doit être intermittente et si la température admise ou prévue ne doit être nécessaire que pendant une fraction de la journée, la question se pose alors de savoir dans quels cas il y a intérêt à ne plus mettre, d'une manière continue, les appareils en service. Dans quelle mesure alors la production et l'émission de chaleur doivent-elles être, par rapport à la période de non-occupation, réduites ou même supprimées, et quelle puissance supplémentaire doit-on, d'un autre côté, donner aux appareils de chauffage, pour leur permettre de fournir les calories nécessaires pour atteindre de nouveau la température fixée pour les heures d'occupation?

L'ingénieur soucieux des économies d'exploitation à réaliser dans l'installation qu'il projette, doit se demander quelle doit être, pour un bâtiment donné, la durée optima de production de chaleur, en fonction de la température extérieure.

La résolution de ces problèmes est très complexe et l'opinion de ceux qui ont, jusqu'à ce jour, cherché à traiter le sujet, n'était pas faite pour encourager nos auteurs, mais ils ont pensé qu'il était utile de reprendre l'étude analytique de ces problèmes, tout en cherchant des méthodes propres à introduire dans leur résolution des simplifications de calculs. Ils ont obtenu des résultats présentant des degrés de précision suffisants pour la pratique, en partant des constantes communément admises, et leur méthode peut servir de base aux expériences qu'il conviendra de faire pour corriger ou contrôler les résultats du calcul.

Le problème du chauffage intermittent, envisagé comme phénomène périodique permanent, n'avait pas

encore été traité, quoique se rapprochant cependant beaucoup des conditions les plus ordinaires de la pratique. Il est pourtant facile, comme le montrent les auteurs, de le résoudre par une méthode graphique basée sur l'emploi des vecteurs-flux.

On concevra tout l'intérêt de cette méthode géométrique simple, si l'on remarque que tous les phénomènes de chauffage industriel sont périodiques. La méthode s'applique bien entendu à d'autres problèmes; elle permettait par exemple l'étude théorique de l'action des parois dans les moteurs thermiques.

MM. Nessi et Nisolle ont fait faire ici un grand progrès à l'étude de la question du chauffage intermittent. Ils sont parvenus à des formules relativement simples qu'ils ont substituées aux formules empiriques utilisées jusqu'à présent et à des méthodes graphiques permettant d'obtenir rapidement les blancs thermiques des installations en marche discontinue.

Comme pour un précédent ouvrage, des mêmes auteurs, analysé dans notre numéro du 15 février dernier, les ingénieurs chargés d'installations de chauffage, ne sauront s'abstenir de consulter le présent volume.

L. Potin.

***

Jacob (J.), *Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.* — **Les Appareils transporteurs mécaniques de bureau.** — *1 vol. in-8° de 231 p., avec 213 figures. Dunod, éditeur, Paris, 1929 (Prix, br. : 51 fr.).*

La nécessité de réduire les frais généraux a amené les directeurs et chefs de services à s'occuper d'une façon spéciale de l'organisation des bureaux. En particulier l'emploi de facteurs à l'intérieur des locaux impose la constitution d'un personnel qui pourrait être mieux utilisé et qui ne présente, au surplus, pas toujours ni la sécurité, ni la discrétion, ni la célérité, qu'offre nécessairement l'emploi d'appareils transporteurs mécaniques. Aussi bien le manque de main-d'œuvre oblige-t-il à recourir de plus en plus à cette mécanisation des manutentions entre bureaux.

D'heureuses innovations ont été faites en ce sens dans un grand nombre de grandes entreprises, mais il n'est pas que celles-ci qui y soient intéressées! C'est sans doute par suite du manque de publications traitant des transporteurs mécaniques de bureau que la moyenne et la petite industrie n'ont pu songer à recourir à cette méthode moderne d'organisation.

Le livre dont il s'agit ici peut servir de guide non seulement aux constructeurs d'appareils, mais surtout aux industriels et aux commerçants soucieux de réduire leurs prix de revient.

Il étudie en détail les différents modes de distribution : distribution par gravité (toboggans, rouleaux, tapis, etc...), distribution horizontale ou verticale, par bennes ou chariots, avec ou sans commande électrique, les tubes pneumatiques, les courroies convoyeuses. Il se termine par l'étude des appareils sélecteurs et des transporteurs postaux et l'examen des systèmes de transporteurs mécaniques applicables dans les administrations postales.

L'auteur n'a pas manqué de faire ressortir les qualités qu'il faut exiger de tous ces appareils auxiliaires : l'installation doit, autant que possible, immobiliser un faible capital d'amortissement, consommer peu d'énergie, enfin être d'un bon rendement, c'est-à-dire avoir suivant les cas soit une grande vitesse de transmission, soit ne dépenser à chaque instant que l'énergie strictement nécessaire à la circulation des documents dans un grand nombre de postes ou de salles. L'installation doit être aussi d'une manœuvre simple, d'un service facile, d'un entretien bon marché, d'une marche silencieuse, et s'adapter aux irrégularités des bâtiments.

A ces divers points de vue, l'examen successif des nombreux systèmes imaginés à permis à l'auteur de les caractériser, et chacun trouvera dans le présent volume, adaptée à ses besoins spéciaux, la solution des difficultés dont dépend le succès d'une installation de ce genre.

En raison de son caractère inédit, de son opportunité, l'ouvrage sera certainement bien accueilli des intéressés de plus en plus nombreux à notre époque de rationalisation.

E. Pineau.

***

Teeple (J. E. — **The industrial development of Searles Lake Brines, with equilibrium data.** — *1 vol. in-8° de 182 pages, faisant partie des* American Chemical Society Monographs, *édité par la* Chemical Catalog Company, *New-York. (Prix : 3 dollars.)*

Scarles Lake est une poche, en Californie, consistant en une nappe résiduelle de quelque kilomètres carrés, très riche en sels de potassium et de sodium combinés au chlore, au soufre, au carbone et au bore, et aussi en calcium et magnésium. Il y a là un amas salin de grand intérêt industriel — car il contient beaucoup d'autres éléments aussi. Et la question qui se pose est de savoir comment l'exploiter. C'est à cette question que répond l'auteur. Elle est complexe parce que le produit à traiter est lui-même complexe, ce qui implique des problèmes de solubilité, de doubles sels et d'équilibres. Et l'auteur expose les procédés par lesquels l'*American Potash and Chemical corporation* a résolu ces problèmes, scientifiquement et pratiquement, à Trona, en ce qui concerne la potasse et le bore. Mais beaucoup d'autres éléments sont présents, et il convenait d'exposer les principes devant être utilisés pour les extraire et utiliser. C'est ce que fait M. Teeple, et son livre intéresse tous les industriels voulant exploiter les dépôts salins résultant de l'évaporation, partielle ou totale, des eaux douces ou marines. La plus grande partie du volume est occupée par des données relatives aux équilibres des systèmes qui se présentent, et les diagrammes s'y rapportant. Cette monographie chimique intéresse à coup sûr de nombreux praticiens.

V.

***

Roy (L.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.* — **Problèmes de Statique graphique et de Résistance des Materiaux.** — 1 *vol. in-8° de* 118 *p., Gauthier-Villars, éditeur, Paris,* 1929.

Il s'agit ici d'un recueil de problèmes se rapportant à l'enseignement de l'auteur à l'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de l'Université de Toulouse ou aux candidats au certificat de mécanique appliquée, recueil qui lui a été réclamé par ses anciens élèves et dont la rédaction lui a été facilitée par tous les sujets de composition qu'il a eu l'occasion de donner depuis une douzaine d'années.

La distribution des exercices entre les divers chapitres montre que l'ordre du cours a été rigoureusement suivi. Les notations ont été également observées de sorte que ce livre forme un complément naturel d'un autre ouvrage de M. Roy : *Cours de Mécanique appliquée*, 2 vol. GAUTHIER-VILLARS.

On ne peut qu'être surpris de la facilité des problèmes traités. Quoi, à des candidats à un certificat, à des candidats à la licence, à de futurs Ingénieurs, il n'est présenté que des difficultés à résoudre à ce point élémentaires! M. Bouasse aurait-il donc tout à fait raison et nos licenciés et Ingénieurs, de fabrication récente, ne seraient-ils plus que d'anciens élèves de classes primaires supérieures! Pas un candidat aux écoles d'Arts et Métiers qui ne résoudraient de telles questions. Au cours de notre carrière déjà longue, nous n'avons que trop eu l'occasion en effet de le constater. Les instituts, écoles de tous genres recrutent et délivrent à tout prix leurs diplômes et cela explique la quantité d'Ingénieurs (?) jetés chaque année dans l'industrie où ils forment une cohorte de déclassés, sans avenir, aigris par les traitements de misère auxquels ils sont condamnés par leur insuffisance que leurs prétentions... ridicules ne peuvent pas dissimuler.

Ce livre qui rend manifeste l'enseignement primaire distribué à ces jeunes gens dont beaucoup auraient gagné à prendre une autre voie ne leur sera que plus utile et même indispensable. Les exercices qui leurs sont offerts bien choisis, bien traités, assureront leurs idées sur les divers sujets de leurs cours et c'est justement ce qu'ils réclamaient. Les 10 chapitres de l'ouvrage traitent successivement : des dynamiques et funiculaires, des systèmes articulés, des centres de gravité et moments d'inertie, des déformations simples et composées, de la ligne élastique, des poutres à travées solidaires et des poutres chargées debout, des arcs et enveloppes.

L. P.

***

Livre jubilaire offert au Professeur Stodola pour son soixante-dixième anniversaire. — 1 *vol. in-8° de* XXIII-601 *p. Orell Füssli, éditeur, Zurich,* 1929.

Il est impossible d'analyser en détail ce magnifique volume, que les anciens élèves et les collègues du professeur Stodola lui ont offert au jour de sa retraite. Il se compose de la réunion de 63 mémoires, signés des plus grands noms de la technique industrielle et de la science pure du monde entier, à commencer par Einstein, et dont les sujets, extrêmement variés, vont de la théorie de la gravitation à l'application de la psychotechnique au travail industriel.

On sait quel rôle prépondérant l'enseignement et les recherches du professeur Stodola ont joué depuis 30 ans dans le développement des turbines à vapeur; aussi n'est-il pas étonnant que la grande majorité des mémoires de son livre jubilaire soit consacrée à ces appareils et aux questions connexes. Presque tous les ingénieurs et les savants qui se sont occupés de ces questions en ces dernières années, aussi bien en France, en Allemagne ou en Italie que dans les pays de l'Europe Centrale, ont tenu à participer au témoignage d'estime et d'admiration apporté au professeur Stodola par ses élèves et ses collègues suisses; il en résulte que le livre contient un exposé de tous les problèmes qui se posent à l'heure actuelle dans la construction, l'exploitation et les applications diverses des turbines, chaque question étant exposée par le technicien le plus compétent, et qu'il rendra à l'ingénieur l'important service de lui présenter une vue d'ensemble de l'état actuel et des tendances de demain de cette branche importante de la Technique.

Il est à peine utile d'ajouter, pour un volume de ce caractère, que la présentation matérielle, au point de vue du papier, de l'impression et de l'illustration, est d'une qualité de beaucoup supérieure à celle des livres auxquels est habitué le lecteur français.

G. B.

5° Sciences diverses.

Bonnet (Pierre), *Président de Chambre au Tribunal de Commerce de la Seine* — **Commercialisation de la Vie française.** — 1 *vol. in-12 de* 423 *pages.* (*Prix, broché : 15 fr.*). *Les Petits-Fils de Plon et Nourrit, éditeurs, Paris,* 1929.

Il est des ouvrages d'une lecture agréable et facile, trop facile peut-être parce que dans de telles conditions beaucoup de lecteurs se bornent à les parcourir rapidement puisqu'on leur en offre le moyen, mais malheureusement aussi sans prendre soin de réfléchir à leur lecture. Le talent de M. Bonnet a été justement de faire un de ces ouvrages et c'est le seul reproche que nous puissions lui faire puisque, précisément, il mériterait d'être lu plusieurs fois.

Il constitue en effet un véritable et excellent film de la vie économique française depuis l'Empire jusqu'à hier et par son caractère « cinématographique » il est bien représentatif de notre époque. Par là, on reconnaîtra qu'il n'a pas été écrit par un homme de lettres de profession mais par un homme d'affaires d'à présent habitué à mener rondement les choses. D'ailleurs, un technicien de l'industrie, un économiste même n'eussent pas songé à couvrir ce volume du titre choisi par l'auteur. Ils eussent sans doute intitulé leur travail « Evolution de la vie indus-

trielle ou de la vie économique » mais M. Bonnet qui s'était fixé comme objectif de montrer la lente puis rapide transformation des diverses activités de la nation en une activité dont la caractéristique, la tendance, est uniformément commerciale, ne pouvait mieux afficher l'enseignement qui résulte de la lecture de son livre et la démonstration qu'il donne de la transformation qui s'est produite dans les mœurs, qu'en employant ce terme de « commercialisation » néologisme qui ne figurera sans doute pas encore dans le prochain dictionnaire de l'Académie mais qui ne choquera pas nos contemporains et qu'ils entendront fort bien.

« Des villes toujours plus peuplées, des banques toujours plus grouillantes, une Bourse désordonnée où, bien souvent, bat le cœur de l'univers, voilà ce qui frapperait tout de suite un émigrant parti vers 1880 et de retour en 1929 ». Son étonnement ne serait pas moindre par ailleurs » devant l'application de nos usiniers à utiliser les principes d'organisation scientifique du travail, devant celle de nos grandes Sociétés et de nos commerçants à recourir au machinisme de bureau », comme devant la multiplication des écoles d'enseignement technique et commercial. Enfin, et ce ne serait pas le moindre sujet de cet étonnement que de « constater les progrès des Syndicats de fonctionnaires, le succès de la jeune Confédération des travailleurs intellectuels qui vient décidément enseigner aux plus prévenus que la plupart des carrières libérales, privées et même publiques, tendent à se faire de plus en plus voisines des métiers où l'on vend pour vivre et où l'on tend par-dessus tout à organiser la vente ».

« Comme les groupements de paysans, les carrières libérales se laissent aussi envahir par les méthodes commerciales (voyez la médecine) et les appels des Sociétés anonymes et de la Bourse finissent par séduire les derniers réfractaires. Bref, parmi les réformes législatives qui s'essoufflent à suivre la cadence accélérée de son évolution, notre vie nationale semble bien se vouer irrésistiblement à l'universelle diffusion de l'entremise intéressée ».

Cette évolution n'est cependant pas particulière à notre pays et, dans un article de M. G. Horn de « L'Economiste français » du 21 août dernier sur la situation financière en Hongrie, on peut lire « le démembrement d'une nation millénaire a privé un nombre considérable d'habitants de leurs ressources et les a obligés à chercher un autre moyen d'existence. Beaucoup ont pensé le trouver dans le commerce qui leur semblait plus facilement accessible que d'autres branches d'activité. Dans à peu près tous les Etats, le nombre des commerçants s'est accru. En Allemagne, le nombre des commerçants en gros a augmenté de 60 %, celui des détaillants de 35 % et ce chiffre moins élevé serait dû, dit-on, au manque de locaux commerciaux ». En France, on sait quel a été l'énorme accroissement des patentes.

Dans les dernières lignes de son ouvrage, M. Bonnet nous dit que « le soin de leur intérêt commandera à nos enfants d'apprendre à haïr la rhétorique et à mettre les plus humbles réalisations au-dessus des discours les plus diserts, de chercher à s'assimiler ce qu'il y a de meilleur dans l'entêtement britannique, l'audace américaine et la discipline germanique mais aussi à s'ouvrir de plus en plus largement, par l'étude des littératures et des économies étrangères à la compréhension du monde ». Il ajoute que leur devoir sera encore de conserver à la France la probité, le sens critique et la culture qui ont fait sa gloire; à ces conditions seulement, dit-il, nos élites rempliront dignement leûr rôle magnifique.

Hélas! n'y a-t-il pas une contradiction, à laquelle seront sensibles tout particulièrement les lecteurs de cette revue, entre cette commercialisation que l'auteur vient de nous étaler sous les yeux et la culture des élites à laquelle il attache tant de prix? Il nous le paraît bien et à d'autres aussi puisque M. E. Gascoin, dans l'éditorial de l'« Ami du Peuple » du 17 juillet dernier, citant M. H. Maillard, estime qu'il a raison de dire, que les élèves aspirent presque toujours aux plus hauts emplois sans rien tenter de sérieux pour y parvenir, ajoutant que le mal n'est pas restreint à l'élève que l'apprenti, dans sa sphère, ne montre pas plus de bonne volonté que les collégiens et que dans dix ans et moins, certaines professions auront disparu; en tout cas, certaines ne sont déjà plus. Trouvez donc en effet des appareilleurs dans la construction ou des charpentiers en bois?

L'auteur a divisé son ouvrage en 6 chapitres : chapitre 1 : vers 1814; chapitre 2 : 1814 à 1848; chapitre 3 : 1848 à 1870; chapitres 4 et 5 : 1870 à 1914; chapitre 6 : 1914 à 1929.

Nos lecteurs trouveront dans la lecture de ce volume très documenté et où les références bibliographiques abondent à chaque page une source précieuse de renseignements et une occasion de réfléchir sur les graves sujets que nous avons signalés et qu'ils ne peuvent manquer d'évoquer à leur tour. A ce seul titre, et ses autres mérites mis à part, nous souhaitons que l'ouvrage de M. Bonnet soit beaucoup lu.

L. Potin.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Seance du 24 Juin 1929 (fin).

3° Sciences naturelles. — M. **Jean Lugeon** : *Un procédé pour déterminer à grande distance la position géographique et la vitesse de certaines discontinuités ou perturbations météorologiques à l'aide des atmosphériques qu'elles émettent.* — M. **L. Petitjean** : *Sur l'accélération des masses d'air dans les mouvements atmosphériques.* — M. **G. Nicolas** et Mlle **Aggéry** : Cerasus caroliniana *Michx., nouvel exemple d'andromonoecie. Un type nouveau de maladie bactérienne.* Le Cerisier de Caroline est cultivé comme arbuste toujours vert dans les jardins en Europe. Pourtant les deux exemplaires du jardin botanique de Toulouse perdent régulièrement, dès janvier, une grande partie de leurs feuilles. Cette chute traduit une maladie grave généralisée qui présente également comme symptôme la dessiccation des jeunes rameaux. Du fait que de nombreuse Bactéries pullulent dans ces plantes on peut bien penser que celles-ci sont bien les responsables du mal ; saprophytes du sol, elles sont devenues parasites à la faveur du dépaysement de l'arbre. Cette maladie est donc une infection bactérienne généralisée dont on ne connaît aucun exemple chez les végétaux. Son étude a permis aux auteurs de noter l'andromonoecie de ce Cerisier, fait intéressant car l'andromonoecie est très rare, peut-être même inconnu jusqu'à maintenant chez les Rosacées. — Mlle **M.-L. Verrier** : *Sur la structure des yeux et la physiologie de la vision chez les Sélaciens.* Les yeux des Sélaciens sont inférieurs en organisation à ceux de la majorité des autres poissons. Absence de fovea, area primitive, faible acuité visuelle des autres régions de la rétine, champ visuel binoculaire réduit, hypermétropie statique de plusieurs dioptries, astigmatisme accentué, accommodation nulle ou insignifiante, sensibilité chromatique absente en font de mauvais organes. Le sens visuel, chez les Sélaciens, ne saurait avoir dans le comportement des individus qu'un rôle bien inférieur à celui qu'il peut avoir dans le comportement de la majorité des autres Vertébrés aquatiques. — M. **G. Gruvel** : *De l'influence du percement du canal de Suez sur la faune marine des côtes de Syrie.* Si la plupart des espèces qui ont traversé le canal de Suez se sont portées plus spécialement vers les côtes syriennes, c'est que le courant qui longe les côtes africaines de la Méditerranée dans la zone égyptienne est dirigé vers l'Ouest à l'Est et remonte au Nord le long des côtes de Palestine et de Syrie jusqu'au fond du golfe d'Alexandrette et que ces espèces de mers chaudes trouvent sur les côtes de Syrie des conditions biologiques favorables. Il en résulte la production d'une faune de complément qui apporte dans cette région un appoint considérable à l'alimentation locale. — MM. **P. Vignon** et **E. Seguy** : *Sur la présence de la nervure médiane haute chez les Diptères.* — MM. **G. Mouriquand** et **A. Leulier** : *Sur l'action antirachitique de certains lipides cholestériques de l'Escargot de Bourgogne* (Helix pomatia). Les auteurs ont étudié successivement, par la technique habituelle du rachitisme expérimental, l'activité antirachitique de la cholestérine et du mélange cholestérine + lipides cholestériques d'*Helix pomatia* ; ils ont constaté que ce dernier mélange, irradié, est doué d'un puissant pouvoir antirachitique. On sait d'autre part que la cholestérine d'escargot possède les mêmes propriétés chimiques et physiques que la cholestérine humaine ; on ne peut, dès à présent affirmer que les lipides cholestériques sont en tous points comparables aux lipides humains, mais la chose est probable. Tous ces faits impliquent l'importance de l'emploi thérapeutique de ces lipides cholestériques irradiés de l'*Helix pomatia*, qui se sont toujours montrés dépourvus de toxicité.

Seance du 1er Juillet 1929 (fin).

3° Sciences naturelles. — M. **P. Villard** : *Sur les associations de nuages.* — M. **Louis Dangeard** : *Sur les Foraminifères enveloppants des oolithes et des pisolithes.* Les Foraminifères enveloppants pullulent dans les oolithes ; ils ont une répartition géologique et géographique considérable. On les observe dans des oolithes ayant moins de 1 mm. de diamètre de même que dans des pisolithes ayant plusieurs centimètres de longueur. Dans une même oolithe ils sont appliqués à la surface de nombreuses écailles. Ils cimentent parfois deux oolites faisant partie d'une oolithe composée. Leur étude est donc importante. Elle contribue à nous documenter sur les conditions du milieu dans lequel les oolithes et les pisolithes se sont formées. — M. **Édouard Chatton** et Mme M. **Chatton** : *L'état de jeûne, condition nécessaire, mais non suffisante, de la conjugaison expérimentale de l'Infusoire* Glaucoma scintillans. 1° La zygose n'est pas la conséquence d'une multiplication intense et prolongée. 2° Aucune des trois conditions internes essentielles de Maupas : sénescence, maturité eugamique, ascendance hétérogène n'est requise. Par contre l'inanition est toujours nécessaire. 3° L'inanition n'est jamais une condition suffisante. L'action de trois autres facteurs est nécessaire : pH convenable, délai zygogène et facteur spécifique. Il est probable que certains de ces facteurs, en particulier les facteurs spécifiques, varient avec les genres et les espèces d'Infusoires. 4° L'inanition agit en tant qu'état durable et non en tant que facteur différentiel (diminution brusque de l'aliment). — M. **Ch. Gravier** : *Sur les caractères sexuels secondaires des Limules.* Le dimorphisme sexuel, chez les Limules, est très inégalement marqué suivant les espèces considérées et va en croissant du *Carcinoscorpius rotundicauda* au *Tachypleus tridentatus*. Chez cette dernière espèce le mâle se distingue de la femelle par les trois caractères suivants : 1° par l'armature des bords latéraux de la carapace postérieure ; 2° par la forme des extrémités distales de la seconde et de la troisième paire d'appendices céphalothoraciques ; 3° par l'échancrure du bord antérieur de la

carapace. — M. L. **Lutz** : *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes. Les constituants phénoliques des essences et la fonction antioxygène.* Dans leur ensemble, les constituants phénoliques des essences, toutes les fois que leurs fonctions phénol ne sont pas éthérifiées, se conduisent comme les phénols ordinaires vis-à-vis des réactions d'oxydo-réduction provoquées par les ferments solubles sécrétés par les Hyménomycètes : ils dérivent sur eux-mêmes les actions oxydantes et laissent les réductrices s'exercer dans leur plénitude sur les autres corps moins oxydables. Ils jouent ainsi le rôle d'antioxygènes dans ce complexe de réactions. — MM. G. **Ramon** et **Robert Debré** : *Essais d'immunisation de l'homme au moyen d'une anatoxine du streptocoque scarlatineux.* Sur les bases de la préparation de l'anatoxine diphtérique, les auteurs ont préparé, en partant du filtrat de cultures du streptocoque scarlatineux un produit qui possède les propriétés fondamentales d'une anatoxine et en particulier son innocuité. Avec des échantillons de cette anatoxine de streptocoque scarlatineux possédant une valeur antigène intrinsèque suffisamment élevée ils ont pu réaliser chez l'homme, une immunité telle que la réaction de Dick devienne totalement négative chez 88,37 pour 100 des sujets et totalement ou partiellement négative chez 93,02 pour 100. Il ne semble pas que l'on ait pu jusqu'à présent, avec une technique aussi simple, obtenir un tel pourcentage de résultats favorables. L'avenir apprendra si l'immunité ainsi conférée avec cette anatoxine est durable et surtout si elle constitue bien une immunité activé vis-à-vis de la scarlatine. — MM. C. **Levaditi** et P. **Sépine** : *Mécanisme de l'état réfractaire naturel des Simiens inférieurs à l'égard du virus herpéto-encéphalitique.* 1° Le virus herpéto-encéphalitique introduit dans l'encéphale des singes réceptifs peut y être décelé par la méthode des ponctions cérébrales à partir du troisième jour. Il y pullule progressivement, jusqu'à la mort de l'animal par encéphalopathie hermétique aiguë. 2° Le même virus, administré dans le cerveau des singes jouissant d'une immunité naturelle irréductible, s'y détruit rapidement sans laisser de traces décelables histologiquement. 3° Le mécanisme de l'immunité naturelle de certains simiens à l'égard du germe herpétoencéphalitique semble donc différent de celui qui préside à l'état réfractaire acquis, en ce sens que tout en étant de nature tissulaire, la défense ne paraît pas exiger la présence d'altérations d'encéphalite chronique.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Mai 1929.

1° Sciences physiques. — M. **F. Urbach** : *Sur la règle de Stokes.* La règle de Stokes pour la luminescence ne peut être déduite seulement du théorème d'énergie et de l'hypothèse des quanta, comme on l'indique dans plusieurs manuels. Par contre, il est possible, moyennant quelques simplifications, de déduire, de l'expression de Planck pour l'entropie du rayonnement monochromatique d'un corps creux, une condition qui est pratiquement équivalente à la règle de Stokes. — M. **F. Urbach** : *Sur les bandes d'absorption des corps solides.* L'auteur considère un atome en vibration harmonique relativement au milieu environnant et dont les niveaux d'énergie sont des fonctions données de sa position. L'étude de ce modèle fournit quelques prévisions qualitatives sur les courbes d'absorption. En première approximation, le calcul donne aussitôt une courbe de Maxwell pour la forme des bandes, la dépendance entre la température et la position des bandes, et la loi en $\sqrt{T}$ pour la largeur des bandes. La seconde approximation fournit un déplacement des bandes avec la température et un certain écart de la loi en $\sqrt{T}$ en rapport avec ce dernier. On arrive à la conclusion que la largeur des bandes ne peut jamais croître plus vite que $\sqrt{T}$. — MM. A. **Dadieu** et K. W. F. **Kohlrausch** : *Études sur l'effet Raman.* II. *Le spectre de Raman des substances organiques (dérivés benzéniques).* Le spectre de Raman du benzène se compose de lignes stables et de lignes instables, dont les premières se retrouvent presque inchangées chez tous les monodérivés, tandis que les secondes disparaissent ou sont déplacées. On sait que la fréquence de Raman à 2.940 cm.$^{-1}$ ne se présente que lorsque la molécule contient une liaison C-H aliphatique. Sa présence dans le benzène et sa disparition chez tous les dérivés monosubstitués montre qu'un des 6 atomes du benzène est lié plus légèrement que les autres. — M. K. **Przibram** : *Recristallisation et coloration du sel gemme.* L'auteur décrit une méthode pour rendre visible par coloration la recristallisation du sel gemme comprimé et en suivre la marche. Un fort rayonnement empêche la recristallisation des morceaux fortement comprimés; il favorise celle des morceaux peu comprimés. La recristallisation est d'autant plus rapide que la pression a été plus forte et que la température est plus élevée. — M. L. **Walchshofer** : *Rapport de volatilisation du radium B et du radium C avec la nature du support.* Les courbes de volatilisation des dépôts actifs sur les alliages or-cuivre et or-argent présentent un parallélisme frappant avec les courbes de solidification de ces mêmes alliages. — M. Al. **Musil** : *Rapport thermodynamique entre la saponification des éthers par la lessive et par la soude.* — M. P. **Walden** : *Sur la loi de Landolt-Oudeman dans les solutions non-aqueuses.* — M. L. **Moser** : *Sur l'extension de la méthodique de l'analyse pondérale.* — MM. M. **Kohn** et A. **Aron** : *Débromuration des crésols bromés par la poudre de zinc et l'acide acétique.*

2° Sciences naturelles. — M. H. V. **Graber** : *Rapport sur les recherches géologico-pétrographiques dans les montagnes de la Haute Autriche.* — M. Fr. Ed. **Suess** : *Considérations sur la tectonique des Calédonides écossaises.* — M. L. **Kober** : *Rapport sur des recherches géologiques en Attique.* — M. Y. **Abe** : *Différences sexuelles des dimensions des cellules chez les rats albinos.* Epimys decumanus *Pall.* Les cellules de Purkinje ont chez les femelles un diamètre de 97,5 % par rapport à celui des mâles ; les cellules ganglionnaires de l'écorce cérébrale un diamètre de 94 %. Le diamètre des fibres musculaires du musculus rectis abdominis est de 94,5 % chez les femelles de 45 jours, de 92,9 % chez les femelles de 90 jours. Les érythrocytes des femelles ont un diamètre de 93,2 à 30 jours, de 94,5 à 38 jours et de 97,4 à 90 jours, celui des mâles

étant égal à 100. Le diamètre des poils chez les femelles de 90 jours est de 69 %, chez celles de 232 jours de 78 à 85,5 % de celui des poils des mâles.

L. B.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Juin 1929.

MM. **L. Nègre, A. Boquet** et **J. Valtis** : *Sur les propriétés antigènes et immunisantes des voiles jeunes de cultures de Bacille bilié de Calmette et Guérin.* Les cultures jeunes de Bacilles tuberculeux stérilisés par chauffage ne possèdent aucun pouvoir immunisant. Par contre, les voiles jeunes de B. C. G. confèrent au Lapin une résistance aux infections d'épreuve beaucoup plus marquée que celle qu'on obtient habituellement par l'injection de cultures âgées de 30 jours. — M. **D. Brocq-Rousseu**, Mme **Z. Gruzewska** et M. **G. Roussel** : *Le rapport des albuminoïdes du sérum aux sucres d'hydrolyse et ses variations au cours des saignées successives.* 1° Le rapport des albumines sériques aux glucides d'hydrolyse du sérum ne présente que de faibles variations. La moyenne, pour une trentaine de sérums analysés, oscille entre 28,8 et 35,1. 2° Il semble très probable que les substances réductrices obtenues par hydrolyse du sérum sont liées, soit physiquement, soit chimiquement, aux albuminoïdes sériques dans des proportions définies. — M. **H. Bierry** : *Protéides plasmatiques et sucre protéidique.* Après clivage des protéides plasmatiques par la potasse étendue, il est possible d'isoler un polyholoside non réducteur. Ce polyhoside, en présence des acides, se transforme facilement en glucides réducteurs. On peut obtenir en particulier à un certain stade d'hydrolyse, du *d*-mannose et du *d*-galactose. Il n'est pas encore possible de dire si les deux hexoses se trouvent à l'état de biose ou s'ils existent séparés dans la molécule. Ces constatations amènent l'auteur à examiner si les mêmes glucides se trouvent constamment chez les divers animaux, à l'état normal et à l'état pathologique, et à en déterminer les proportions, et, d'autre part, à aborder la formation du lactose chez les Mammifères. — MM. **Serban Bratiano** et **Antoine Llombart** : *Le poumon, système réticulo-endothélial local. Fonction colloïdo-pexique du poumon.* Le système alvéolaire constitue un système réticulo-endothélial local, à deux pôles fonctionnels : un pôle aérien et un pôle sanguin. Les cellules alvéolaires ont les caractères principaux spécifiques des éléments réticulo-endothéliaux ; fonction de colloïdo-pexie et de colloïdo-stabilisation. De plus, elles exercent leurs fonctions *in situ* sans changement morphologique et elles sont la souche d'éléments qui, une fois mobilisés perdent le pouvoir de floculer les colloïdes (cellules dites « à poussières »). — MM. **E. Sacquépée, M. Liégeois** et **J. Fricker** : *Sur l'agglutination des Streptocoques scalatineux et chirurgicaux.* Les sérums expérimentaux de Dick et Dick agglutinent dans une proportion élevée et comparable à celle du sérum de convalescents les souches scarlatineuses. Toutefois, un nombre important de Streptocoques scarlatineux échappe à leur action ; par contre ils se montrent agglutinants à l'égard d'une proportion appréciable de Streptocoques chirurgicaux. Le sérum W, préparé au moyen d'une souche chirurgicale, agglutine plus électivement les souches scarlatineuses que les souches chirurgicales. On ne peut donc pas établir une séparation bien tranchée entre le Streptocoque chirurgical et le Steptocoque scarlatin. — Mlle **Eliane Gambier** : *Evolution du vacuome au cours de la spermatogenèse et de la spermiogenèse du Discoglosse.* L'utilisation parallèle des techniques vitales et de certains colorants à affinité marquée pour les substances mucoïdes démontre une filiation nette entre éléments du vacuome et acrosome, l'évolution et l'abondance des éléments du vacuome étant en rapport étroit avec la formation de l'acrosome. — MM. **L. Nattan-Larrier** et **L. Richard** : *Perméabilité du placenta aux sérums hétérologues.* Un sérum hétérologue inoculé à une femelle de Cobaye gravide peut traverser le placenta et se retrouver dans le sang fœtal ; mais il semble franchir lentement et difficilement le placenta. La quantité de ce sérum qu'arrive à contenir le sang fœtal reste toujours faible ; mais elle semble devenir plus forte lorsque les fœtus sont examinés plus tardivement. Toutefois cet enrichissement progressif doit être limité par la durée pendant laquelle le sérum hétérologue persiste dans le sang maternel. La perméabilité faible, mais incontestable, du placenta pour les sérums hétérologues, son imperméabilité pour les sérums homologues, doivent être rapprochées de sa perméabilité pour les anticorps artificiels et de son imperméabilité pour les anticorps naturels. — MM. **S. Nicolau** et **L Kopciowska** : *Epizootie maligne spontanée apparue chez les Lapins.* Il s'agit d'une épizootie sévère, à morbidité et mortalité très élevée, survenue dans une écurie où les animaux sont en général isolés dans leurs cages. Tout porte à croire que l'infection spontanée se fait par les voies respiratoires. Par des ensemencements de cerveau et de sang du cœur dans des milieux habituels de culture, les auteurs n'ont pu cultiver aucun microbe pouvant être incriminé comme agent étiologique. — MM. **A. Guillermond** et **P. Negroni** : *Sur la présence d'une copulation hétérogamique dans le* Saccharomyces Marxianus. Le *S. Marxianus* présente une copulation hétérogamique qui précède la formation des asques. Cette levure doit donc être retranchée du genre *Saccharomyces* et rangée dans le genre *Zygosaccharomyces* sous le nom de *Z. Marxianus*. Elle s'ajoute donc à la liste déjà si longue des espèces du genre *Zygosaccharomyces*, ce qui montre une fois de plus la fréquence, dans les Levures, de la sexualité. De plus, par sa tendance à former des filaments mycéliens assez développés, cette Levure occupe une position un peu intermédiaire entre les Saccharomycétacées et les Endomycétacées. — M. **A. Guillermond** : *A propos de l'appareil de Golgi dans les cellules végétales et de la valeur des méthodes osmiques employées pour la différenciation de cet appareil.* Les formations décrites sous le nom d'appareil de Golgi ne correspondent pas à une *entité*. Les méthodes argentiques qui ont amené à la découverte de ces formations sont des méthodes capricieuses, mais qui, lorsqu'elles réussissent, mettent en évidence presque toujours le vacuome et beaucoup plus rarement le chondriome. La plupart des formations décrites sous le nom d'appareil de Golgi se rapportent donc au vacuome. Malheureu-

sement la question s'est compliquée dans ces dernières années par le fait que les cytologistes ont renoncé à l'usage de ces méthodes en faveur des méthodes osmiques qui présentent de graves inconvénients. Il en est résulté qu'un grand nombre de produits de l'altération du chondriome ont été interprétés comme représentant l'appareil de Golgi, ce qui a amené dans la question une inextricable confusion. — MM. **A.-C. Marie** et **Ach. Urbain** : *La réaction de fixation dans la rage.* Il résulte des recherches des auteurs : 1° que le sérum de Lapins immunisés contre la rage renferme des sensibilisatrices ; 2° que le « Koktoantigène » (préparé avec un cerveau rabique) ne s'est pas montré doué de spécificité au cours de leurs expériences ; 3° que l'émulsion de la partie bulboprotubérantielle du cerveau rabique, non chauffée, est, au contraire, un antigène actif, spécifique, permettant de déceler dans le sérum un taux d'anticorps beaucoup plus élevé (150 unités) utilisés qu'avec les cerveaux normaux ou herpétiques (30 unités) comme témoins. — M. **L. Boez** : *Dispositif de microélectrode à quinhydrone.* La microélectrode décrite dans cette note présente les avantages suivants : 1° possibilité de procéder à des déterminations précises portant sur deux ou trois gouttes de liquides (plasma, sérum) ; 2° simplicité de construction ; 3° utilisation, pour une quantité de liquide infime, d'une électrode de platine large moins sujette aux empoisonnements, si fréquents avec le fil de platine ; 4° grande sensibilité des mesures ; 5° facilité de renouveler l'électrode pour chaque détermination par l'emploi de nouvelles lamelles rigoureusement propres et de procéder au nettoyage de la lame de platine en la portant au rouge dans une flamme. — M. **M. Belin** : *Utilisation de la suspension de gélose 1 p. 1.000 en technique bactériologique.* Les suspensions de gélose à 1 p. 1.000 paraissent devoir prendre place parmi les milieux couramment employés dans les laboratoires tant pour l'utilisation comme milieux liquides que comme milieux solides. — M. **P. Rode** : *Le phénomène de différenciation au cours de la transformation des organes sensoriels de la ligne latérale.* L'auteur décrit ce phénomène dans la cellule sensorielle de l'organe latéral chez l'alevin de Truite. Il s'agit d'une cellule nerveuse qui, après retour à l'état embryonnaire, revient à l'état de cellule nerveuse, mais en prenant une forme assez différente de son premier état, par suite de la nouvelle disposition de l'organe. Le phénomène de dédifférenciation peut se produire sous des causes diverses, telles que : reproduction d'un organisme par scissiparité (Planaire), régénération d'éléments coupés accidentellement (Planaire), privation d'oxygène et de nourriture (Némertes) ; il se retrouve également chez un Vertébré au cours d'une modification anatomique normale. La région sensorielle latérale du Poisson téléostéen apparaît dans ce cas, comme un centre d'éléments plastiques qui peuvent de la même façon que les éléments cellulaires des Invertébrés, se dédifférencier, et se redifférencier à nouveau, sans que le phénomène de mitose intervienne. — Mme **N. Dobrovolskaïa-Zavadskaïa** : *Sur l'hérédité de la prédisposition au cancer spontané chez la Souris.* L'auteur a constaté jusqu'à présent : 1° l'apparition du cancer, dès la première génération provenant d'un ancêtre femelle cancéreux ; ce fait ne signifie pourtant pas que le « caractère-cancer » soit dominant, parce que, parmi les mâles générateurs de ces lignées, il n'y avait pas d'individus d'origine non cancéreuse certaine ; 2° l'existence d'une grande différence des taux de cancer dans deux lignées constituées parallèlement. On ne peut dès maintenant tirer des conclusions fermes, toutefois : *a*) les faits observés pourraient servir d'arguments en faveur d'un certain rôle de l'hérédité dans l'origine ; *b*) les observations faites jusqu'à présent ne sont pas favorables à l'hypothèse de la transmission du cancer par la contagion simple. — M. **H. Busquet** : *Répétition, avec un liquide inerte, d'une réaction cardio-vasculaire provoquée antérieurement par un liquide hypertenseur. Rétention du principe actif dans les vaisseaux pulmonaires.* — M. **L. Bugnard** : *Variations de la cholestérine, de la viscosité et du pH du sang après la splénectomie.* La rate paraît exercer une action régulatrice sur la viscosité du sang, fonction qui pourrait être en rapport avec son intervention dans la régulation cholestérinémique. Cette fonction semble troublée par une interruption prolongée de la circulation splénique. — M. **Jerzy Jastenski** : *Influence de la castration sur la musculature.* On sait que l'influence de la castration sur les muscles se manifeste par une augmentation du tissu conjonctif interstitiel et une diminution de volume des fibres. L'auteur a constaté que cette régression musculaire n'est nullement un phénomène général mais qu'elle atteint de préférence des groupes musculaires déterminés. Ceci montre qu'il ne s'agit pas seulement de métabolisme général, mais que, dans le tissu musculaire comme ailleurs, il existe des « sensibles locales » (Champy), parfaitement déterminées. Ces phénomènes de régression s'observent particulièrement nettement, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue histologique et physiologique, dans les muscles dorso-scapulaires du Bœuf et dans l'avant-bras des Grenouilles rousses castrées.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Édit., 1, rue de la Bertauche, Sens.— 11-29